

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

013100891

WPI Acc No: 2000-272762/\*200024\*

XRAM Acc No: C00-083384

XRPX Acc No: N00-204360

Heart positioning and manipulating unit for use during operations  
comprises asymmetrically expandable section with primary and secondary  
sections that contact posterior and lateroposterior heart sections

Patent Assignee: CARDIOTHORACIC SYSTEMS INC (CARD-N)

Inventor: ADAIR C R; MATHENY R G; MOREJOHN D P; MOREJOHN M V; TAYLOR C S

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19947885	A1	20000406	DE 1047885	A	19991005	200024 B

Priority Applications (No Type Date): US 98166517 A 19981005

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19947885	A1	30	A61B-019/00	

Abstract (Basic): \*DE 19947885\* A1

NOVELTY - The arrangement comprises an asymmetrically expandable  
section with primary and secondary sections. The primary section is  
configured so it contacts the posterior section of the heart while the  
secondary section is configured so it contacts a lateroposterior  
section of the heart. A longitudinal tube section is located on the  
expanded section.

USE - The arrangement is used to position and manipulate the heart  
during surgery.

ADVANTAGE - The arrangement is simple and effective.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a heart positioning  
and manipulating unit according to the invention.

expandable part (15)

section (17,19)

feed hose (18)

Y-piece (20)

vent unit (22)

handgrip assembly (23)

hand pump (24)

pressure vent (28)

pp; 30 DwgNo 0/16

Title Terms: HEART; POSITION; MANIPULATE; UNIT; OPERATE; COMPRISE;  
ASYMMETRIC; EXPAND; SECTION; PRIMARY; SECONDARY; SECTION; CONTACT;  
POSTERIOR; HEART; SECTION

Derwent Class: A96; P31

International Patent Clas



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 47 885 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**A 61 B 19/00**

②① Aktenzeichen: 199 47 885.6  
②② Anmeldetag: 5. 10. 1999  
④③ Offenlegungstag: 6. 4. 2000

DE 199 47 885 A 1

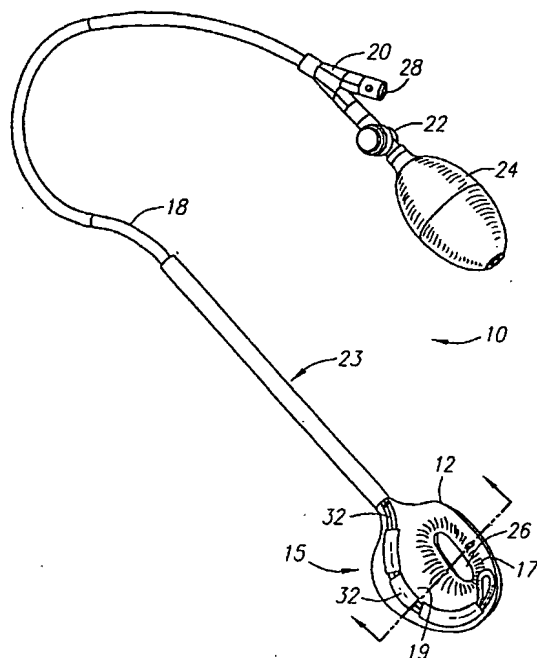
③⑩ Unionspriorität:  
166517 05. 10. 1998 US  
⑦① Anmelder:  
Cardiothoracic Systems, Inc., Cupertino, Calif., US  
⑦④ Vertreter:  
Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

⑦② Erfinder:  
Morejohn, Michael V., San Jose, Calif., US;  
Morejohn, Dwight P., Davis, Calif., US; Taylor,  
Charles S., San Francisco, Calif., US; Adair, Caralin  
R., Mountain View, Calif., US; Matheny, Robert G.,  
Carmel, Ind., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Positionieren des Herzens während einer Herzoperation bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung des Herzzeitvolumens

⑤⑦ Die Erfindung betrifft Vorrichtungen und Verfahren zum Positionieren und Manipulieren des Herzens oder eines anderen Organs während eines Operationsverfahrens. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Positionieren und Manipulieren des Herzens während eines Koronarverfahrens, so daß ein Zielabschnitt an der Oberfläche des Herzens freigelegt wird, mit einem asymmetrischen expandierbaren Teil, das einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt aufweist, wobei der erste Abschnitt so konfiguriert ist, daß er eine posteriore Oberfläche des Herzens kontaktiert und das Herz anterior anhebt, wenn er expandiert ist, und der zweite Abschnitt so konfiguriert ist, daß er eine lateroposteriore Oberfläche des Herzens kontaktiert und so bemessen ist, daß er das Herz sowohl anterior anhebt als auch medial dreht, wenn er expandiert ist. Die Vorrichtung weist ein längliches röhrenförmiges Teil auf, das an dem expandierbaren Teil festgelegt ist und ein durch sein Inneres verlaufendes Füll-Lumen aufweist, wobei ein distales Ende des Füll-Lumens in Fluidverbindung mit dem expandierbaren Teil steht. Durch Füllen des expandierbaren Teils wird das Herz anterior angehoben und partiell um eine in Längsrichtung verlaufende Mittellinie des Herzens gedreht. Auf diese Weise sind vorher unzugängliche Abschnitte der Herzoberfläche durch minimal invasive, endoskopische oder thorakoskopische Zugangsverfahren zugänglich. Beschrieben sind darüber hinaus Vorrichtungen und Verfahren wie ...



DE 199 47 885 A 1

## Beschreibung

Von Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems sind jährlich Millionen von Menschen betroffen. Sie sind eine der häufigsten Todesursachen in den USA und weltweit. Der Gesellschaft entsteht durch diese Krankheiten enormer Schaden, sowohl durch den Verlust von Menschenleben als auch aufgrund der chirurgischen Behandlungskosten bei Herzpatienten. Eine besonders weit verbreitete Form der Herz-Kreislauferkrankungen ist eine Verminderung der Blutversorgung zum Herzen verursacht durch Atherosklerose oder andere Krankheiten, die eine Einschränkung des Blutstroms zum Herzmuskel an einer kritischen Stelle des Herz-Kreislaufsystems zur Folge haben. In vielen Fällen ist eine Blockade oder Einschränkung des Blutstroms zum Herzen mittels eines Operationsverfahrens behandelbar, das unter der Bezeichnung Koronararterien-Bypass-Transplantation (engl. abgekürzt CABG für Coronary Artery Bypass Graft) – oder geläufiger als "Herz-Bypass"-Operation – bekannt ist. Beim CABG wird der Blutstrom zu einem okkludierten bzw. verstopften Zielgefäß wiederhergestellt, indem man eine Quelle für sauerstoffhaltiges bzw. arterielles Blut mit einem Stück einer Arterie oder Vene verbindet.

Wie gerade erwähnt erfordert das CABG das Herstellen einer Verbindung für den Blutstrom zwischen zwei Punkten, so daß ein verstopfter oder "stenotischer" bzw. verengter Abschnitt einer Koronararterie "umgangen" wird (engl. bypass) und der Blutstrom zum Herzen dadurch wiederhergestellt wird. Das Befestigen des Transplantats an der Koronararterie wird als "Anastomose" bezeichnet. Bei Verwendung eines freien Transplantatgefäßes wird ein Ende des Gefäßtransplantats, z. B. die Saphenavene, an eine Ausgangsarterie mit ungehindertem Blutdurchgang wie die Aorta angehängt, und das andere Ende des Transplantats an eine Ziel-Koronararterie wie die linke vordere absteigende (engl. abgekürzt LAD für left anterior descending) Arterie, die die Herzmuskeln mit Blut versorgt. Alternativ läßt sich ein gestieltes oder Stiel-Transplantat wie die linke innere Brustarterie (engl. abgekürzt LIMA) losschneiden und direkt an der Ziel-Koronararterie befestigen. Die Ziel-Koronararterie kann irgendeine der um die Oberfläche des Myokards herum angeordneten Koronararterien sein, die das Herzgewebe mit Blut versorgen. Dazu gehören die rechte und die linke Koronararterie und die Kranzarterien. Die rechte Koronararterie liegt insgesamt auf der medialen oder rechten Seite des Herzens und legt sich bis zur Rückseite um dieses herum. Die linke Koronararterie ist ein kurzer, verdeckter Abschnitt, der sich zur linken anterioren Arterie verzweigt, die absteigend an der anterioren Oberfläche des Herzens verläuft. Die Kranzarterie liegt insgesamt auf der linken oder lateralen Seite des Herzens und legt sich um dieses herum bis zur posterioren Oberfläche desselben.

Auch wenn das CABG mittlerweile relativ häufig angewandt wird, besteht bei seiner Ausführung eine besondere Schwierigkeit darin, den Zugang zur Zielarterie der Anastomose herzustellen, so daß sich die komplizierten Verfahren an oft unzugänglichen Abschnitten der Myokardoberfläche ausführen lassen. Beim herkömmlichen CABG durch eine Sternotomie hindurch führt man einen langen Schnitt entlang der Brustkorbmitte aus, durchschneidet das gesamte Brustbein, und führt eine Reihe weiterer Verfahrensschritte zum Anschließen des Patienten an eine Herz-Lungen-Maschine aus. Dann wird die Blutversorgung zum Herzen unterbrochen und anschließend die Herzaktivität gestoppt, so daß das Transplantat installiert werden kann. Diese Vorgehensweise hat sich typischerweise bei auf der anterioren Oberfläche des Herzens liegenden Koronararterien wie der linken anterioren absteigenden (LAD) Arterie als durchaus

akzeptabel erwiesen. Der Brustbeineinschnitt ist so groß, daß der Platz zum Operieren der Koronararterien gut ausreicht und eine Anastomose durchführbar ist. Wenn die Anastomose jedoch Eingriffe an weniger gut zugänglichen Arterien der Herzoberfläche erfordert, insbesondere an den posterioren und lateralen Koronararterien, stellt der chirurgische Zugang ein erhebliches Problem dar.

Besonders problematisch sind hierbei die stumpfen randständigen Verzweigungen (engl. abgekürzt OM für obtuse marginal branches) an der lateroposterioren, d. h. seitlichen hinteren Fläche des Herzens. Die OM-Arterien sind gewöhnlich in die Oberfläche des Herzens eingebettet und schwer zugänglich, da sie in unmittelbarer Nähe der Wand der Perikardhöhle liegen. Das Herz muß durch entsprechendes Positionieren bzw. Manipulieren oder Bewegen aus der Perikardhöhle freigelegt und ein Zugangsraum in der Nähe der OM-Arterien geschaffen werden. Dazu muß das Herz sowohl anterior gedreht bzw. angehoben als auch um eine durch die Herzspitze verlaufende Längsachse, d. h. medial, gedreht werden, so daß es ausreichend freigelegt wird. Auch Eingriffe an den posterioren Arterien wie der Kranzarterie sind ohne irgendeine Art der Positionierung bzw. Manipulierung des Herzens nur äußerst schwierig durchführbar.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Mittel zum Positionieren bzw. Manipulieren des Herzens bekannt. Bei Verfahren am stillstehenden Herzen erfolgte das Positionieren bisher mit Hilfe von Laparotomiekompressen, mit der Unterstützung eines Operationsassistenten, mittels einer Gaseschlinge, mit TEFLON-Retraktorbändern oder durch Anheben und Kippen des Herzens, so daß die unzugänglichen Bereiche der Herzoberfläche freigelegt werden. Im US-Patent Nr. 3 983 863 von Janke ist eine Vorrichtung beschrieben, bei der ein offenes Geflecht von einander kreuzenden flachen Stoffbändern mit einer herzförmigen Kontur verwendet wird, das sich mit Hilfe von an seinen Enden vorgesehenen Stoffbändern um das Herz herum positionieren läßt, wobei die Spitze der linken Herzkammer zeitweilig aus der Perikardhöhle gehoben wird. Diese Vorrichtung stellt jedoch keine optimale Lösung zum Positionieren des Herzens dar, da das Fasernetz oder -geflecht während des Verfahrens den Zugang zu verschiedenen lateralen und posterioren Kranzarterien behindern kann. Außerdem kann die Vorrichtung den Blutstrom durch die Koronarien beeinträchtigen, so daß das Myokard zusätzlichen Schaden erleidet. Insbesondere verhindert der geflochtene, netzförmige Aufbau beim schlagenden Herzen eine normale Expansion oder Füllung des Herzens.

Die beim Operieren an posterioren oder lateralen Arterien des Herzens auftretenden Schwierigkeiten nehmen noch zu, wenn am schlagenden Herzen operiert werden soll. Verfahren am schlagenden Herzen finden jedoch zunehmend Anwendung, was vor allem auf die Verbesserung der dazu erforderlichen Techniken und Vorrichtungen zurückzuführen ist. Mit Verfahren am schlagenden Herzen läßt sich das dem Patienten zugefügte Trauma wesentlich geringer halten, die Zeit für Genesung und Rehabilitation wird verkürzt, und man vermeidet die Ausgaben für den Anschluß des Patienten an einen Herz-Lungen-Bypass sowie die damit einhergehenden Risiken. Bei diesen Verfahren ist keinerlei Herz-Lungen-Bypass erforderlich, und damit auch keiner der aufwendigen Eingriffe zum Anschließen des Patienten an eine Herz-Lungen-Maschine. Die Herzaktivität muß nicht gestoppt werden, der Eingriff ist weit weniger invasiv und im typischen Fall durch einen oder zwei relativ kleine Einschnitte in den Brustkorb ausführbar. Verfahren am schlagenden Herzen sind hinreichend bekannt, und in der US-Patentanmeldung Nr. 08/752 741 ausführlicher beschrieben, die durch Bezugnahme vollständig zu einem Bestandteil

dieser Anmeldung gemacht wird.

Wenngleich die Verfahren am schlagenden Herzen die o. g. Vorteile bieten, läßt sich das schlagende Herz doch sehr viel schwieriger stabilisieren und unterstützen, so daß zusätzliche Maßnahmen zum Positionieren des Herzens bei gleichzeitiger Vermeidung von Traumata erforderlich sind. Bei Verwendung der o. g. Verfahrensweisen am schlagenden Herzen kann es zur Abplattung bzw. Stauchung oder Abschnürung des Herzens kommen. Dies ist insbesondere dann inakzeptabel, wenn das Herz während der Operation noch einen Teil der Kreislauffähigkeit des Patienten übernehmen soll.

Im US-Patent Nr. 4 637 377 von Loop ist eine andere Vorrichtung beschrieben, wobei das Herz während eines Zugangsverfahrens zu den posterioren Gefäßen des Herzens mit einem chirurgischen Kissen abgestützt wird. Das Kissen ist so geformt, daß sich das Herz während der Herzoperation damit anheben und abstützen läßt, und soll einen besseren Zugang zu den posterioren Herzgefäßen ermöglichen. Zum Positionieren bzw. Manipulieren des Herzens ist die Vorrichtung nach Loop jedoch nicht optimal, da sich das Kissen nicht verstellen läßt und eine präzise Positionierung und Anpassung an die konkrete Ausrichtung des Herzens äußerst schwierig ist. Außerdem läßt sich das Kissen während des Verfahrens schwer steuern oder lenken, und seine Verwendbarkeit bei Verfahren an einem nicht in Kardioplegie versetzten Herzen ist äußerst fragwürdig. Das schlagende Herz kann von dem Kissen herunterrutschen, oder die mit der Vorrichtung nach Loop erzielte Stabilisierung des Herzens während des Eingriffs kann unzureichend sein. Außerdem ist die Vorrichtung zu groß für minimal-invasive Operationsverfahren, d. h. sie läßt sich gar nicht in den dort verfügbaren Arbeitsraum einsetzen, oder der für den Eingriff erforderliche Zugang ist nach dem Einsetzen der Vorrichtung nicht mehr gewährleistet. Das Verwenden der Vorrichtung nach Loop am schlagenden Herzen hat darüber hinaus eine Kompression und Abschnürung der großen Gefäße des schlagenden Herzens zur Folge.

Das US-Patent Nr. 5 735 791 von Alexander, Jr. u. a. beschreibt eine expandierbare Herz-Positioniervorrichtung. Die Vorrichtung nach Alexander weist einen expandierbaren Ring oder Toroid auf, der in der Nähe des zu manipulierenden Herzabschnitts positioniert und expandiert wird. Durch das Expandieren der Vorrichtung soll eine Vertikalbewegung eines oder mehrerer Herzabschnitte bewirkt werden, so daß das Herz für den Chirurgen besser zugänglich wird. Die Vorrichtung weist ferner eine Isolierschicht auf, mit der die Zwerchfellnerven vor der bei Verfahren am stillstehenden Herzen häufig verwendeten kalten Salzlösung geschützt werden sollen.

Die Vorrichtung nach Alexander hat jedoch mehrere Nachteile, die sie zum Positionieren des Herzens während einer Herzoperation weniger gut geeignet machen. Die Vorrichtung ist so ausgelegt, daß sie das Herz während eines Verfahrens am stillstehenden Herzen anhebt und die Eingriffsstelle dadurch näher zum Chirurgen hin positioniert. Im Hinblick auf das Verhindern einer Abnahme des Herzzeitvolumens bietet sie jedoch keine Lösung. Da mit der Vorrichtung nur eine vertikale Manipulation des Herzens möglich ist, kann bei ihrer Verwendung während eines Verfahrens am schlagenden Herzen die dünnwandige rechte Herzkammer zusammengedrückt oder abgedrückt werden. Wenn das Herz nur in der Perikardhöhle angehoben wird, besteht ferner auch die Gefahr, daß die großen Gefäße des Herzens geknickt werden, so daß sich die erforderliche Ausrichtung oder Lagebeziehung zwischen den Kammern und großen Gefäßen des Herzens mit der Vorrichtung nicht aufrechterhalten läßt. Außerdem werden die OM-Arterien nicht

ausreichend freigelegt, da das Herz angehoben und gedreht werden müßte, um die lateralen Abschnitte des Herzens für das Ausführen einer Anastomose vollständig freizulegen. Die Vorrichtung nach Alexander läßt sich auch nur bei einem vollständig ausgeführten Sternotomieschnitt verwenden, und sie muß von Hand unter dem Herzen positioniert werden und eignet sich nicht für eine endoskopische oder minimal-invasive Positionierung. Die Vorrichtung nach Alexander ist also nur bei einem in Kardioplegie versetzten und durch eine vollständige Sternotomie freigelegten Herzen verwendbar.

Die Nachteile der Verfahren am stillstehenden Herzen haben zu einer Anzahl von Alternativlösungen geführt, die das Positionieren eines schlagenden Herzens während einer Herzoperation ermöglichen. Zu diesen bekannten Einrichtungen gehört eine Ansaug-Stabilisatorvorrichtung, bei der ein Abschnitt der Myokardoberfläche am Ansaugende des Stabilisators festgelegt wird. Nach dem Befestigen wird der Stabilisator zurückgezogen, und das Herz läßt sich anterior um bis zu 90° aus seiner ursprünglichen Lage drehen, so daß die Kranzarterien an der posterioren Seite des Herzens freigelegt werden. Eine solche Manipulation des Herzens kann jedoch gefährliche Folgen für den Patienten haben. Wenn der Ansaugkopf des Stabilisators am Herzen angreift, ändert sich die hämodynamische Leistung ganz erheblich. Es hat sich beispielsweise gezeigt, daß das Schlagvolumen, d. h. das Herzzeitvolumen geteilt durch die Herzfrequenz, durch das bloße Fixieren einer solchen Ansaug-Stabilisatorvorrichtung am Epikard des Herzens um bis zu 16% abnimmt (s. P. F. Grundeman, C. Borst, J. A. Van Herwaarden, H. J. Mansvelt-Beck, E. W. Jansen, Hemodynamic Changes During Displacement Of The Beating Heart By The Utrecht Octopus Method., in: Ann Thorac Surg 63: 6. Suppl., S. 88-92, Juni 1997). Bei einer anschließenden Manipulierung, d. h. anterioren/kranialen Drehung des Herzens mit Hilfe eines derartigen Ansaug-Stabilisators zeigte sich eine weitere Abnahme des Schlagvolumens auf nicht einmal die Hälfte der Leistung vor der Operation.

Eine mögliche Ursache für diese Abnahme der hämodynamischen Leistung besteht darin, daß die Befestigung der Ansaugvorrichtung an der Epikardoberfläche zu einer mechanischen Behinderung der Pumpfähigkeit der Herzkammer führt. Eine weitere mögliche Ursache für das zusätzlich verminderte Schlagvolumen ist darin zu sehen, daß der Auslaßkanal der Herzkammer oder eines oder mehrere der großen Gefäße beim Positionieren des Herzens "geknickt" werden, so daß der Blutstrom durch diese erheblich beeinträchtigt ist. Die Herzleistung kann sowohl während des Eingriffs als auch postoperativ durch ein solches Knicken oder Abschnüren des Herzens erheblich beeinträchtigt werden, was zu Ischämie, zum Infarkt oder anderen Schädigungen führen kann.

Es besteht daher ein Bedarf für Einrichtungen zum Abstützen des Herzens während eines Operationsverfahrens, die einen chirurgischen Zugang zu vorher unzugänglichen Abschnitten der Herzoberfläche einschließlich der posterioren Herzarterien ermöglichen. Bedarf besteht ferner für ein System, das zum Positionieren bzw. Manipulieren von sowohl schlagenden als auch in Kardioplegie versetzten Herzen verwendbar ist, und mit dem sich das Abschnüren, Knicken oder irgendeine andere hämodynamische Behinderung der Herztätigkeit des schlagenden Herzens verhindern läßt. Das System sollte eine intraoperative Manipulation bzw. Positionierung des Herzens ermöglichen und mit endoskopischen und minimal-invasiven chirurgischen Verfahren verwendbar sein. Ferner sollte es sich - abgesehen von der Positionierung des Herzens - auch zum Positionieren anderer Organe, Gewebe und Körperstrukturen verwenden las-

sen.

Durch die Erfindung werden Vorrichtungen und Verfahren zum Positionieren und Manipulieren innerer Organe während eines chirurgischen Eingriffs bereitgestellt, mit denen sich ein Arbeitsraum in der Nähe eines interessierenden Abschnitts des Organs schaffen läßt. Insbesondere werden mit der Erfindung Vorrichtungen und Verfahren geschaffen, die sich gut während einer Herzoperation am menschlichen Herzen verwenden lassen, so daß der Zugang zu den posterioren und lateralen Abschnitten des Herzgewebes und insbesondere zu den stumpfen randständigen bzw. OM-Arterien an der lateralen Seite des Herzens geschaffen wird.

Eine bevorzugte erfindungsgemäße Vorrichtung weist ein asymmetrisch expandierbares Teil mit einem ersten Abschnitt und einem zweiten Abschnitt auf, wobei der erste Abschnitt so konfiguriert ist, daß er eine posteriore Oberfläche des Herzens kontaktiert und das Herz im expandierten Zustand anterior anhebt, und der zweite Abschnitt so konfiguriert ist, daß er eine lateroposteriore Oberfläche des Herzens kontaktiert, und so bemessen ist, daß er das Herz im expandierten Zustand sowohl anterior anhebt als auch medial dreht, und ein längliches röhrenförmiges Teil, das an dem expandierbaren Teil festgelegt ist und ein durch sein Inneres verlaufendes Füll-Lumen aufweist, wobei ein distales Ende des Füll-Lumens in Fluidverbindung mit dem expandierbaren Teil steht. Die Vorrichtung kann ferner eine Quelle für ein zum Expandieren verwendbares Fluid aufweisen, die in Fluidverbindung mit dem proximalen Ende des Füll-Lumens steht. Die Fluidquelle kann eine Handpumpe, eine mechanische Pumpe oder eine Druckfluid-Quelle sein.

Das längliche röhrenförmige Teil oder Röhrenteil ist vorzugsweise so konfiguriert, daß es das Positionieren des expandierbaren Teils unter dem Organ ermöglicht, so daß die Vorrichtung geeignet plziert wird, sowie das intraoperative Positionieren des Organs. Das längliche Röhrenteil kann so ausgelegt sein, daß es das Einsetzen und Positionieren der Vorrichtung ermöglicht, wenn der Zugang zum Herzen endoskopisch oder durch minimal-invasive chirurgische Verfahren erfolgt. Bei einer Ausführungsform ist in dem Röhrenteil ein in seiner Form anpaßbares formgebendes Teil vorgesehen, mit dem sich das längliche Röhrenteil zusätzlich versteifen und das expandierbare Teil während des Einsetzens und beim Positionieren und Drehen des Herzens abstützen und verstärken läßt. Das formgebende Teil kann darüber hinaus in seiner Form so anpaßbar sein, daß es für verschiedene Herzgeometrien und gewünschte Ausrichtungen des Herzens geeignet ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Positioniervorrichtung ferner eine Ventileinheit auf, die eine selektive Regulierung des Fluidstroms durch das Füll-Lumen hindurch ermöglicht. Wenn die Ventileinheit geöffnet ist, füllt das Fluid das expandierbare Teil, so daß das Herz angehoben und in der Nähe des Herzens ein Arbeitsraum geschaffen wird. Durch Schließen der Ventileinheit nach dem Expandieren der Vorrichtung zu ihrer gewünschten Konfiguration läßt sich das Auslaufen des Fluids aus dieser verhindern. Das expandierbare Teil kann als ein expandierbarer Ballon konfiguriert sein, der sich mit Salzlösung, Luft oder einem anderen von der Fluidquelle zugeführten geeigneten Fluid expandieren läßt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann ferner ein Druckbegrenzungsventil aufweisen, das so ausgelegt ist, daß es ein übermäßiges Expandieren des expandierbaren Teils verhindert.

Bei einer alternativen Konfiguration weist das expandierbare Teil eine fluidundurchlässige Membran auf, die um ein Innenteil aus Schaumstoff mit niedriger Dichte angeordnet ist. Beim Betrieb wird das expandierbare Teil vor dem Einsetzen durch Anlegen eines Vakuums an das Innenteil zu-

sammengezogen. Nach dem Einsetzen und Ausrichten des expandierbaren Teils an der posterioren Seite des Herzens wird das expandierbare Teil durch Entspannen des auf das Innenteil wirkenden Vakuums und Wiedereinlassen des Fluids in das expandierbare Teil bei Umgebungsdruck expandiert.

Ein bevorzugtes Verfahren zum Positionieren des Herzens in der Perikardhöhle mit Hilfe der oben beschriebenen Organ-Positioniervorrichtung weist als ersten Schritt das Ausführen eines chirurgischen Zugangsverfahrens auf, so daß ein Arbeitsraum in der Nähe des Herzens geschaffen wird, und als nächsten Schritt das Einsetzen des expandierbaren Teils der Organ-Positioniervorrichtung zwischem dem Herzen und dem Zwerchfell des Patienten, so daß der erste Abschnitt des expandierbaren Teils eine posteriore Oberfläche des Herzens und der zweite Abschnitt des expandierbaren Teils eine lateroposteriore Oberfläche des Herzens berührt. Dann wird das expandierbare Teil expandiert, so daß die posteriore Oberfläche des Herzens von dem ersten Abschnitt des expandierbaren Teils angehoben wird und die lateroposteriore Fläche des Herzens von dem zweiten Abschnitt des expandierbaren Teils angehoben und medial gedreht wird, so daß die anteriore und die laterale Oberfläche des Herzens angehoben und gedreht werden.

Die expandierbare Organ-Positioniervorrichtung weist vorzugsweise ein in seiner Form anpaßbares formgebendes Teil auf, das zum Positionieren und weiteren Freilegen des betreffenden Abschnitts am Herzen verwendbar ist. Das formgebende Teil kann ferner lösbar sein und von dem expandierbaren Teil abgenommen werden, so daß mehr Platz zum Ausführen des Eingriffs zur Verfügung steht. Ein bevorzugtes Verfahren kann ferner den zusätzlichen Schritt aufweisen Positionieren des in seiner Form anpaßbaren formgebenden Teils, so daß ein Zielabschnitt am Herzen weiter freigelegt wird.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung weist ein Organ-Positioniernetz auf, das zum Positionieren und Manipulieren des Herzens ausgelegt ist. Das Organ-Positioniernetz weist einen Beutel mit einem offenen Ende und einem geschlossenen Ende auf, wobei der Beutel aus einem biegsamen, flexiblen Material konfiguriert ist. Das offene Ende des Netzes kann mit einem Verschlußband oder einer Verschlußschnur versehen sein, mit dem bzw. der sich das offene Ende des Beutels des Organ-Positioniernetzes ziehen läßt. Alternativ kann der Beutel auch aus einem dehnbaren Netzstoff oder Gewebe hergestellt sein, das sich so konfigurieren läßt, daß das Herz sicher in dem Beutel gehalten wird.

Ein Verfahren zum Verwenden des Organ-Positioniernetzes weist die Schritte auf Ausführen eines chirurgischen Zugangsverfahrens, so daß ein Arbeitsraum in der Nähe des Herzens geschaffen wird, Anheben des Herzens innerhalb der Perikardhöhle, Positionieren des Organ-Positioniernetzes um einen unteren Abschnitt des Herzens herum, so daß die großen Herzgefäße am offenen Ende des Beutels aus diesem heraustreten, und Festlegen des Herzens in dem Beutel des Organ-Positioniernetzes. Dann wird das Herz positioniert bzw. manipuliert, und zwar durch Verdrehen des geschlossenen Beutelendes, so daß der Beutel des Organ-Positioniernetzes um das Herz herum festgezogen wird, sowie durch Anheben des geschlossenen Beutelendes, so daß die Spitze des Herzens anterior angehoben wird, während das Netz gleichzeitig verdreht wird, so daß das Herz medial gedreht wird.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung weist einen Positionierungsgurt mit einem Gurteil auf, das in einer gebogenen Führungshülse oder in einem Einsetzabschnitt angeordnet ist. Die Führungshülse oder der Einsetzabschnitt können ein relativ unelastisches gebogenes Teil aufweisen, das so

konfiguriert ist, daß es sich zwischen der Herzoberfläche und der Wand der Perikardhöhle einsetzen läßt, und an einem proximalen Ende des Führungsteils ist eine Aussparung oder andere Einrichtung vorgesehen, die so konfiguriert ist, daß sich damit ein distales Ende des Gurtteils halten läßt. Das Gurtteil kann ferner Reibmittel für den Eingriff ins Gewebe aufweisen, die so konfiguriert sind, daß sie während der Manipulation des Herzens das Verrutschen des Herzens relativ zu dem Gurtteil verhindern.

Ein Verfahren zum Verwenden des Positioniergurts weist die Schritte auf Ausführen eines chirurgischen Zugangsverfahrens, so daß ein Arbeitsraum in der Nähe des Herzens geschaffen wird, und Einsetzen eines distalen Endes der gebogenen Führungshülse zwischen einer lateralen Oberfläche des Herzens und der Perikardhöhle und/oder Weiterbewegen der Führungshülse, so daß diese das Herz von dessen lateraler Seite her und um die posteriore Seite herum umfaßt und dann an einer medialen Seite des Herzens wieder austritt. Dann wird die Führungshülse aus dem Arbeitsraum entfernt, während das Gurtteil, welches vorher in einer Aussparung im proximalen Ende des Führungsteils in einer das Herz im wesentlichen umgreifenden Position angeordnet wurde, in dem Arbeitsraum verbleibt. Anschließend kann das Herz durch Straffziehen des Gurtteils manipuliert werden, so daß das Herz an seiner Spitze anterior angehoben und das Herz ferner medial gedreht wird, so daß die laterale und/oder posteriore Oberfläche des Herzens freigelegt wird. Ein durch den Sinus transversus verlaufendes zweites Gurtteil läßt sich zum geringfügigen Anheben der großen Gefäße verwenden, so daß verhindert wird, daß diese beim Drehen des Herzens geknickt werden.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung weist einen flexiblen oder verformbaren Rahmen auf, der so konfiguriert ist, daß sich damit in der Nähe eines interessierenden Bereichs der Herzoberfläche ein Arbeitsraum schaffen läßt, und der einen ersten Rahmenabschnitt aufweist, der so ausgelegt ist, daß er sich in Eingriff mit der Wand der Perikardhöhle des Patienten bringen läßt. Ein zweiter Rahmenabschnitt ist flexibel oder verformbar an dem ersten Rahmenabschnitt angelenkt und so ausgelegt, daß er sich in der Nähe des interessierenden Bereichs in Eingriff mit der Herzoberfläche bringen läßt. Der zweite Rahmenabschnitt kann ein netzförmiges oder in parallelen, keine Querverbindungen aufweisenden Streifen angeordnetes flexibles Teil aufweisen. Während des Betriebs wird die Vorrichtung zwischen der Perikardwand und der Herzoberfläche eingesetzt. Der flexible erste und zweite Rahmenabschnitt können in ihrer Lage zueinander fixiert werden, so daß in der Nähe des interessierenden Bereichs der Herzoberfläche ein Arbeitsraum geschaffen wird.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein mit Ansaugementen versehener Positioniergurt so konfiguriert, daß er z. B. zum Stabilisieren und Positionieren eines Herzens während einer Herzoperation verwendbar ist. Der Positioniergurt weist ein Gurtteil mit einer Mehrzahl von Vakuumöffnungen auf, die in einer Herz-Eingriffsfläche des Gurtteils angeordnet sind, und einen Öffnungsabschnitt, der sich über einem zu operierenden Abschnitt des Herzens positionieren läßt, so daß der interessierende Abschnitt zugänglich ist. Ferner ist ein Vakuumlumen vorgesehen, das in Vakuumverbindung mit den Vakuumöffnungen steht.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung weist einen mit Klebstoff arbeitenden Positioniergurt auf, der eine Gewebe-Eingriffsfläche mit einer Mehrzahl von Klebstofföffnungen hat. Beim Betrieb wird Klebstoff aus den Klebstofföffnungen zugeführt, so daß er auf die Herzoberfläche gelangt und den Positioniergurt an der Herzoberfläche festlegt. Damit dient die Positioniereinrichtung sowohl zum Stabili-

sieren als auch zum Freilegen eines interessierenden Abschnitts der Herzoberfläche. Der Klebstoff kann löslich sein, so daß sich der Positioniergurt nach dem Positionieren des Herzens leichter entfernen läßt. Alternativ ist der Klebstoff eine als Beschichtung auf den Gurt aufgetragene Hydrogel-Verbindung, die durch Anfeuchten rutschig wird und so das Einsetzen erleichtert, und die anschließend schnell klebrig wird und haftet. Für die Entnahme kann durch Öffnungen Wasser zugeführt werden, welches das Hydrogel wieder verflüssigt.

Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen und Verfahren sind insbesondere für Verfahren am schlagenden Herzen geeignet, bei denen der Zugang zum Herzen mit Hilfe eines minimal-invasiven chirurgischen Verfahrens erfolgt. Insbesondere läßt sich die Vorrichtung zum Positionieren des Herzens durch eine Thorakotomie, eine Mini-Thorakotomie, eine Mini-Sternotomie, einen sub-xyphoidalen oder einen xyphoidalen Zugang oder mittels eines herkömmlichen Zugangsverfahrens wie einer vollständigen Sternotomie oder einer vollständigen Thorakotomie installieren. Die Vorrichtung läßt sich auch über eine Trokaröffnung durch einen perkutanen Schnitt hindurch installieren und mit Hilfe eines Thorakoskops oder Endoskops direkt manipulieren.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben, wobei die erfindungsgemäßen Vorrichtungen und Verfahren am Beispiel einer Koronararterien-Operation veranschaulicht werden. Die Lehren der Erfindung sind jedoch nicht als auf die hier beschriebenen Ausführungsformen beschränkt zu verstehen, der Erfindungsumfang ist in den beigefügten Ansprüchen und ihren rechtlichen Entsprechungen definiert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Organ-Positioniervorrichtung mit einer manuell zu betätigenden Ballonpumpe am distalen Ende des länglichen Röhrenteils, in Draufsicht,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Organ-Positioniervorrichtung mit einem in seiner Form anpaßbaren formgebenden Teil, das in dem länglichen Röhrenteil angeordnet ist und das asymmetrische expandierbare Teil formt und abstützt, in Draufsicht in Explosionsdarstellung,

Fig. 3A die Organ-Positioniervorrichtung nach Fig. 1, wobei diese so positioniert ist, daß ein erster Abschnitt des expandierbaren Teils einen posterioren Abschnitt und ein zweiter Abschnitt des expandierbaren Teils einen lateroposterioren Abschnitt des Herzens abstützt,

Fig. 3B die Organ-Positioniervorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 4 die posteriore Seite des Herzens mit derart angeordneter Organ-Positioniervorrichtung nach Fig. 1, daß das Freilegen der stumpfen randständigen Arterien durch mediales Drehen des Herzens ermöglicht wird, aus der Perspektive,

Fig. 5 die Anordnung der Organ-Positioniervorrichtung nach Fig. 1, so daß das Freilegen der lateralen Herzoberfläche durch geeignetes Drehen des Herzens ermöglicht wird, posterior und in Draufsicht,

Fig. 6 die Anordnung der Organ-Positioniervorrichtung nach Fig. 1, so daß das Freilegen der lateralen Herzoberfläche durch geeignetes Drehen des Herzens ermöglicht wird, in Vorderansicht,

Fig. 7A die Vorrichtung nach Fig. 1, wobei diese endoskopisch zwischen der posterioren Herzoberfläche und der Perikardhöhle eingesetzt ist,

Fig. 7B die Vorrichtung nach Fig. 7A, wobei diese endoskopisch zwischen der posterioren Herzoberfläche und der Perikardhöhle eingesetzt ist und ein expandierbares Teil zum in der Nähe der posterioren Herzoberfläche angeordnet ist,

Fig. 7B die Vorrichtung nach Fig. 7A, wobei diese endo-

skopisch zwischen der posterioren Herzoberfläche und der Perikardhöhle eingesetzt ist und das expandierbare Teil vollständig expandiert in der Nähe der posterioren Herzoberfläche angeordnet ist,

Fig. 8 (A-D) ein erfindungsgemäßes Positioniernetz während verschiedener Schritte seiner Verwendung zum Freilegen eines interessierenden Bereichs der Herzoberfläche, schematisch,

Fig. 9 (A-D) einen erfindungsgemäßen Positioniergurt beim Einsetzen in mehreren Schritten, so daß er einen unteren Abschnitt des Herzens umschlingt und das Herz dadurch manipulierbar ist, schematisch,

Fig. 10 einen erfindungsgemäßen flexiblen Positionierrahmen, mit dem sich ein Arbeitsraum in der Nähe eines interessierenden Abschnitts der Herzoberfläche schaffen läßt,

Fig. 11 den flexiblen Positionierrahmen nach Fig. 10, installiert zum Freilegen eines interessierenden Abschnitts an der lateralen Herzseite,

Fig. 12 einen erfindungsgemäßen Ansaug-Gurtstabilisator mit einer Öffnung für den Zugang zu einem interessierenden Abschnitt der Herzoberfläche,

Fig. 13 den Gurt eines Ansaug-Gurtstabilisators, im Schnitt,

Fig. 14 (A-C) alternative Konfigurationen eines erfindungsgemäßen Ansaug-Gurtstabilisators,

Fig. 15 einen erfindungsgemäßen Ansaug-Gurtstabilisator, der um einen unteren Abschnitt des Herzens herum positioniert und zum Positionieren und Stabilisieren des Herzens für einen daran auszuführenden operativen Eingriff ausgelegt ist, und

Fig. 16 (A-C) einen erfindungsgemäßen Positioniergurt beim Positionieren des Herzens, so daß ein betreffender Abschnitt an der lateralen Seite des Herzens freigelegt wird, wobei die Herzoberfläche mit Klebstoff an dem Positioniergurt festgelegt ist.

Zur Verwendung der anatomischen Begriffe: eine "anteriore" Fläche ist eine zur Körpervorderseite hin zeigend angeordnete Fläche, eine "posteriore" Fläche zeigt zum oder befindet sich am Rücken bzw. in der Nähe des Rückens des Patienten, "lateral" bezieht sich auf eine Richtung unmittelbar links oder rechts einer Mittellinie des Körpers, mit "distal" und "proximal" ist eine vom Chirurgen weg zeigende Richtung bzw. zu diesem hin zeigende Richtung gemeint. Der Begriff "medial" bezeichnet in der Nähe der Körpermittellinie liegende oder zu dieser hin zeigende Flächen. Bezogen auf die Anatomie des Menschen bedeutet dies, daß die mediale Seite des Herzens die rechte, zur Körpermittellinie hin liegende Herzseite ist, die laterale Seite an der zur linken Körperhälfte hin zeigenden Herzseite liegt, die lateroposteriore Herzoberfläche der ganz links liegende Abschnitt der posterioren Herzoberfläche und die medioposteriore Herzoberfläche der ganz rechts liegende Abschnitt der posterioren Herzoberfläche ist.

Aus Fig. 1 ist eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen expandierbaren Organ-Positioniervorrichtung 10 ersichtlich, mit einem asymmetrischen expandierbaren Teil 15, das an dem distalen Ende einer länglichen Handgriff-Baugruppe 23 festgelegt ist. Die aus Fig. 1 ersichtliche Handgriff-Baugruppe 23 weist ein äußeres längliches Röhrenteil 14 auf, das um ein inneres, in seiner Form anpaßbares formgebendes Teil 30 herum angeordnet ist, dessen Aufbau am besten aus Fig. 2 ersichtlich ist. Das expandierbare Teil 15 ist so geformt, daß es einen ersten Abschnitt 17 und einen zweiten Abschnitt 19 aufweist, wobei der erste Abschnitt 17 zum Abstützen eines posterioren Abschnitts des Herzens oder zu manipulierenden Organs und der zweite Abschnitt 19 zum bezüglich des ersten Abschnitts lateralen Abstützen des Herzens oder Organs ausge-

legt ist. Das expandierbare Teil ist vorzugsweise asymmetrisch geformt, wobei der zweite Abschnitt eine keilförmige Konfiguration mit einer anterioren Oberfläche hat, deren Größe wesentlich über die der anterioren Oberfläche des ersten Abschnitts 17 hinausgeht. Wie nachfolgend noch deutlich wird, bewirkt die knollen- oder kugelförmige Konfiguration des zweiten Abschnitts 19 des expandierbaren Teils 15 beim Expandieren der Organ-Positioniervorrichtung 10 eine ventrale und laterale Drehung des Herzens.

Das längliche Röhrenteil 14 ist vorzugsweise aus einem relativ steifen Material hergestellt, so daß es sich als Handgriff zum Einsetzen des expandierbaren Teils 15 der Organ-Positioniereinrichtung 10 sowie zum richtigen Ausrichten desselben zwischen der posterioren Herzoberfläche und der Perikardhöhle des Patienten verwenden läßt. Das längliche Röhrenteil 14 kann verformbar oder flexibel sein, so daß es sich bei Bedarf aus dem Arbeitsfeld des Chirurgen herausbiegen läßt und dadurch mehr Platz zum Ausführen des Operationsverfahrens geschaffen wird. Die aus Fig. 1 ersichtliche Vorrichtung weist einen flexiblen Füllschlauch 18 auf, der in Fluidverbindung mit dem expandierbaren Teil 15 steht. Der Füllschlauch 18 ist mit einem Y-Verbindungsstück bzw. Abzweigstück 20 versehen, das seinerseits mit einer Quelle für Füllfluid verbunden ist, die eine Handpumpe 24 aufweist. Durch Betätigen der Handpumpe 24 wird das Füllfluid durch den Füllschlauch 18 und in das expandierbare Teil 15 gepumpt.

Der Füllfluidstrom von der Handpumpe 24 in den Füllschlauch 18 läßt sich durch selektives Betätigen einer in das Abzweigstück 20 integrierten Ventileinheit 22 steuern. Das Abzweigstück 20 kann ferner ein Druckbegrenzungsventil 28 aufweisen, mit dem verhindert wird, daß das expandierbare Teil 15 zu stark expandiert wird. Das Druckbegrenzungsventil 28 kann so konfiguriert sein, daß es bei einem voreingestellten Druck öffnet, oder es kann so einstellbar sein, daß es jeweils entsprechend der konkreten klinischen Situation bei unterschiedlichen Drücken öffnet. Alternativ läßt sich anstelle der Handpumpe 24 auch jede andere bekannte und handelsübliche Einrichtung zum Zuführen des Füllfluids zu dem expandierbaren Teil 15 verwenden, z. B. eine maschinelle Pumpe, eine Quelle für mit Druck beaufschlagtes Füllfluid, und eine zum Füllen bzw. Expandieren verwendbare Spritze.

Bei einer alternativen Ausführungsform weist das expandierbare Teil 15 eine fluidundurchlässige Membran auf, die um ein aus der Zeichnung nicht ersichtliches Innenteil aus Schaumstoff niedriger Dichte angeordnet ist. Das schwammartige Innenteil läßt sich durch Anlegen einer Vakuumquelle oder eines externen Drucks an dieses komprimieren. Zum Einsetzen der Vorrichtung wird das expandierbare Teil durch Anlegen einer Vakuumquelle mit ähnlichen Einrichtungen wie oben erwähnt an das Innenteil zusammengezogen, wobei die Einrichtungen jeweils so konfiguriert sind, daß sich damit ein Vakuum in einem Innenraum der fluidundurchlässigen Membran erzeugen läßt. Durch Anschließen der Vakuumquelle an das Innenteil erhält das expandierbare Teil 15 eine flache, dekomprimierte Form, so daß es sich leicht zwischen dem Herzen und dem Zwerchfell des Patienten einsetzen läßt. Sobald die Vorrichtung geeignet positioniert ist, wird das Vakuum entfernt und der Wiedereintritt von Luft oder einem anderen Füllfluid in den Innenraum der fluidundurchlässigen Membran ermöglicht. Der Schaumstoff niedriger Dichte dehnt sich zwangsläufig wieder zu dem vor der Kompression vorhandenen Zustand aus, wodurch eine geeignete ventrale und laterale Drehung des Herzens bewirkt wird. Die Verwendung von Schaumstoff niedriger Dichte ist vorteilhafter als das Druckexpandieren, weil man so der Gefahr aus dem Wege geht, daß das

expandierbare Teil 15 versehentlich zu stark expandiert wird. Außerdem läßt sich der Schaumstoff zu einer gewünschten Form vorformen, die sich beim Expandieren problemlos beibehalten bzw. wiederherstellen läßt.

Beim Expandieren des expandierbaren Teils 15 mittels Druck kann es zu einer unerwünschten Verformung des Teils 15 kommen, und das Teil 15 kann sich auf unvorhersehbare Weise ausdehnen. Um ein Ausdehnen des expandierbaren Teils 15 zu einer Kugelform zu verhindern, wird der Ausdehnvorgang auf bestimmte Art gesteuert. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, weist das expandierbare Teil einen Ausschnitt 26 auf, der durch Festlegen einer posterioren Oberfläche des Teils 15 an einer entsprechenden anterioren Oberfläche desselben in dem Teil 15 ausgebildet ist, so daß eine asymmetrische Randwulst- oder toroidähnliche Konfiguration entsteht. Der gezeigte Ausschnitt 26 hat eine längliche, elliptische Konfiguration, es sind jedoch auch andere Konfigurationen möglich, oder es läßt sich anstelle des Ausschnitts ein - aus der Zeichnung nicht ersichtlicher - abgedichteter Mittelabschnitt vorsehen, der durch abdichtendes Befestigen eines Mittelabschnitts der posterioren Oberfläche an einem Mittelabschnitt der anterioren Oberfläche gebildet wird. Durch ein derartiges Steuern der Ausdehnung des Mittelabschnitts wird verhindert, daß sich das Teil 15 beim Expandieren kugelförmig ausdehnt. Bei einer alternativen Konfiguration läßt sich das Expandieren des Teils 15 mit Hilfe eines ebenfalls nicht gezeigten Stegs steuern, der eine Innenfläche der posterioren Oberfläche des Teils 15 an einer Innenfläche der anterioren Oberfläche desselben festlegt. Der Steg verhindert, daß sich die anteriore Fläche relativ zu der posterioren Fläche zu stark ausdehnt bzw. zu stark expandiert wird und das expandierbare Teil dadurch kugelförmig wird.

Das aus Fig. 2 ersichtliche in seiner Form anpaßbare formgebende Teil 30 verstärkt das längliche Röhrenteil 14, in dem es angeordnet ist, und unterstützt das Positionieren und Einsetzen der Organ-Positioniervorrichtung 10 in die Perikardhöhle unter der posterioren Herzoberfläche. Das formgebende Teil 30 weist ferner ein bogenförmiges distales Ende 32 auf, das zum Formen und Abstützen des expandierbaren Teils 15 ausgelegt ist. Bei der aus Fig. 2 ersichtlichen Konfiguration ist das distale Ende 32 des formgebenden Teils 30 wie ein Hirtenstab geformt, so daß es im wesentlichen der Form eines Außenumfanges des expandierbaren Teils 15 entspricht. Die Ausrichtung bzw. Anordnung des bogenförmigen distalen Endes 32 des formgebenden Teils 30 ist am besten aus Fig. 1 ersichtlich. Das formgebende Teil 30 ist in dem Röhrenteil 14 angeordnet und reicht in einen Innenraum des expandierbaren Teils 15 hinein. Es kann jedoch auch in der Nähe einer Außenfläche des Röhrenteils 14 und/oder des expandierbaren Teils 15 angeordnet sein, ohne daß dadurch vom Umfang und Wesen der Erfindung abgewichen werden würde.

Die Hauptaufgabe des formgebenden Teils 30 besteht darin, das Einsetzen der Vorrichtung unter das Herz und ihre Positionierung unter dem Herzen zu ermöglichen. Das formgebende Teil 30 kann aus einem verformbaren Material wie Metall oder Kunststoff hergestellt sein. In diesem Zusammenhang hat sich Kupferdraht als besonders gut geeignet bzw. wirksam erwiesen. Eine solche Konfiguration ermöglicht das Einsetzen und geeignete Ausrichten der Vorrichtung unter der posterioren Oberfläche des Herzens mit Hilfe des als Handgriff dienenden und mit dem formgebenden Teil 30 verstärkten länglichen Röhrenteils 14. Während des Verfahrens lassen sich das längliche Röhrenteil 14 und das formgebende Teil 30 aus dem Arbeitsfeld des Chirurgen herausbiegen, so daß in dem betreffenden Bereich mehr Platz zum Ausführen des Operationsverfahrens geschaffen

wird.

Bei einer alternativen Konfiguration können das längliche Röhrenteil 14 und das formgebende Teil 30 so ausgebildet sein, daß sie sich von dem expandierbaren Teil 15 lösen lassen. Nach dem Einsetzen und Ausrichten des expandierbaren Teils 15 werden das längliche Röhrenteil 14 und das formgebende Teil 30 von diesem gelöst und aus dem chirurgischen Arbeitsraum entfernt. Es läßt sich ein flexibles Führungskabel oder ein flexibler Führungsdraht vorsehen, mit dessen Hilfe sich das längliche Röhrenteil 14 und das formgebende Teil 30 zum Wiederbefestigen an dem expandierbaren Teil führen lassen. Das aus der Zeichnung nicht ersichtliche Führungskabel kann durch ein inneres Lumen des länglichen Röhrenteils 14 geführt und dann an einem Befestigungspunkt des Röhrenteils 14 an dem expandierbaren Teil 15 festgelegt werden, so daß es das Entfernen und erneute Befestigen des Röhrenteils 14 und des formgebenden Teils 30 unterstützt, während die Zahl der Hindernisse im Arbeitsraum des Chirurgen wesentlich verringert wird. Bei einer alternativen Ausführungsform kann das längliche Röhrenteil 14 so konfiguriert sein, daß es sich an einem proximalen Ende an einer stabilen Halterung befestigen läßt. Beispielsweise läßt sich die Organ-Positioniervorrichtung am proximalen Ende des länglichen Röhrenteils 14 an einem Rippenretractor festlegen, so daß das Herz während des chirurgischen Eingriffs in einer freigelegten Position bzw. Ausrichtung sicher festgelegt ist.

Die Vorrichtung nach Fig. 2 weist ferner eine oder mehrere Drehkupplungen oder -gelenke 34 auf, die das Knicken des länglichen Röhrenteils 14 und des Füllschlauchs 18 beim Einsetzen und Positionieren der Positioniervorrichtung 10 verhindern. Die Drehgelenke 34 machen das Röhrenteil 14 bezüglich des formgebenden Teils 30 und des Füllschlauchs 18 drehbar.

Aus Fig. 3A ist eine Organ-Positioniervorrichtung 10 ersichtlich, die ein Herz 35 abstützt und positioniert. Der erste Abschnitt 17 des expandierbaren Teils 15 stützt einen posterioren Abschnitt des Herzens 35 in der Nähe der Mittellinie des Herzens ab, während ein knollenförmiger zweiter Abschnitt 19 den lateroposterioren Abschnitt des Herzens 35 abstützt. Wie anhand der Pfeile ersichtlich ist, wird durch Expandieren des ersten Abschnitts 17 des Teils 15 die Spitze des Herzens in der Perikardhöhle anterior angehoben, während durch das Expandieren des zweiten Abschnitts 19 des Teils 15 die laterale Herzseite anterior angehoben sowie das Herz insgesamt medial in der Perikardhöhle gedreht wird. Die Kombination von anteriorer Bewegung und medialer Drehung des Herzens 35 ermöglicht ein besseres Freilegen der lateralen Arterien auf der lateralen Herzseite sowie einen besseren Zugang zu diesen. Die Organ-Positioniervorrichtung 10 läßt sich besonders effektiv zum Freilegen der stumpfen randständigen bzw. OM-Arterien vor dem Ausführen eines Koronararterien-Bypassverfahrens an diesen verwenden.

Wie aus Fig. 3B ersichtlich ist, besteht ein wichtiges Merkmal der Erfindung in der Ungleichheit der Höhen  $H_1$  des ersten Abschnitts 17 und  $H_2$  des zweiten Abschnitts 19. Die Höhe  $H_1$  liegt vorzugsweise im Bereich von 1,0 bis 1,5 cm, und die Höhe  $H_2$  im Bereich von 3,5 bis 4,5 cm, je nachdem, um welchen Betrag das Herz angehoben und gedreht werden soll. Bei einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Höhe  $H_2$  das drei- bis vierfache der Höhe  $H_1$ .

Aus Fig. 4 ist eine in der Perikardhöhle des Patienten angeordnete erfindungsgemäße expandierbare Organ-Positioniereinrichtung ersichtlich, wobei die Herzspitze anterior angehoben und das Herz 35 medial gedreht ist, so daß die OM-Arterien an der lateralen Herzseite freiliegen. Die Spitze wird beim Expandieren der Vorrichtung vorzugs-



weise zwischen 1,0 und 1,5 cm angehoben, während das Herz zwischen 25° und 40° lateral gedreht wird. Der Betrag der Bewegung und Drehung des Herzens richtet sich weitestgehend nach den klinischen Indikationen des konkreten Verfahrens sowie der individuellen Anatomie des Patienten. Das Herz sollte jedoch immer so angehoben und gedreht werden, daß die gegenseitige Ausrichtung der Kammern und großen Gefäße erhalten bleibt und diese nicht geknickt, abgedrückt oder komprimiert werden. Durch das Aufrechterhalten der richtigen Lagebeziehung bzw. gegenseitigen Ausrichtung der großen Gefäße und Kammern wird die hämodynamische Leistung während eines Eingriffs am schlagenden Herzen aufrechterhalten.

Aus Fig. 5 ist die geeignete Anordnung und Ausrichtung der erfindungsgemäßen Positioniervorrichtung 10 zum Abstützen und Positionieren des Herzens 35 in einer posterioren Ansicht ersichtlich. Der erste Abschnitt 17 der Vorrichtung ist so angeordnet, daß er die posteriore Herzoberfläche in der Nähe der mit x-x bezeichneten Herzmittellinie berührt und abstützt. Der zweite Abschnitt 19 der Vorrichtung ist zum Freilegen der lateralen Herzseite lateral zu dem ersten Abschnitt 17 angeordnet und berührt und stützt eine lateroposteriore Oberfläche des Herzens 35. Aufgrund der asymmetrischen Konfiguration des ersten und des zweiten Abschnitts 17 bzw. 19 wird das Herz 35 beim Expandieren des expandierbaren Teils 15 sowohl gedreht als auch angehoben.

Aus Fig. 6 ist die wie in Fig. 5A auf geeignete Weise installierte expandierbare Organ-Positioniervorrichtung 10 von vorn ersichtlich.

Aus Fig. 7 (A-C) ist das endoskopische Installieren einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ersichtlich, wobei Fig. 7A das Einsetzen dieser durch eine endoskopische Trokarhülse 42 zeigt. Die Hülse 42 wird zuerst durch eine Trokaröffnung 44, die je nach Lage des zugänglich zu machenden Gefäßes oder Gefäßabschnitts vorzugsweise im dritten bis fünften Zwischenrippenraum installiert ist, in die Perikardhöhle eingesetzt. Die Trokaröffnung 44 wird am besten so installiert, daß sich die expandierbare Organ-Positioniereinrichtung und die Trokarhülse 42 nicht im Arbeitsraum des Chirurgen befinden. Dies läßt sich durch Ausführen eines separaten Einschnitts realisieren, durch den sich die Trokaröffnung 44 in der Nähe des Hauptschnitts zum Ausführen der Anastomose oder des Koronarverfahrens einsetzen läßt.

Die expandierbare Organ-Positioniervorrichtung nach Fig. 7 ist ferner mit einem relativ unelastischen, in seiner Form anpaßbaren formgebenden Teil 30 versehen, das so konfiguriert ist, daß es das Einsetzen des expandierbaren Teils 15 unter das Herz 35 unterstützt. Das formgebende Teil 30 weist ein proximales Ende auf, das sich während der Operation vom Operateur betätigen läßt, so daß das expandierbare Teil 15 während des Verfahrens richtig positioniert und manipuliert wird. Das proximale Ende läßt sich mit einem Handgriff versehen, mit dessen Hilfe die Vorrichtung manipulierbar ist.

Für endoskopische Verfahren ist das distale Ende des in seiner Form anpaßbaren Teils so ausgelegt, daß es sich während des Einsetzens in der Trokarhülse 42 anordnen läßt, wie aus Fig. 7A ersichtlich ist. Das formgebende Teil 30 ist jedoch vorzugsweise aus einem elastischen Material mit einem inhärenten Formgedächtnis bzw. Form-Speichervermögen konfiguriert, das wieder seine normale Form annimmt, sobald es aus der Trokarhülse 42 herausbewegt wurde, wie aus Fig. 7C ersichtlich ist. Das in seiner Form anpaßbare formgebende Teil 30 ist vorzugsweise so konfiguriert, daß es im vollständig entfalteten Zustand dem Positionieren und Abstützen des expandierbaren Teils 15 unter dem Herzen 35 dient. Bei einer am besten aus Fig. 2 ersicht-

lichen bevorzugten Ausführungsform weist das formgebende Teil 30 die Form eines "Schäferstabs" auf, die im wesentlichen mit einem Außenumfang eines Kreisquerschnitts des expandierbaren Teils 15 übereinstimmt. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, muß das distale Ende des formgebenden Teils 30 nicht unbedingt mit dem gesamten Außenumfang des expandierbaren Teils 15 übereinstimmen und kann einen offenen Abschnitt 33 aufweisen. Vorzugsweise ist das formgebende Teil 30 so geformt, daß es während des Einsetzens oder Expandierens des expandierbaren Teils 15 ein Umklappen oder Knicken des expandierbaren Teils 15 verhindert.

Eine weitere wichtige Funktion des formgebenden Teils 30 besteht darin, das Einsetzen und Positionieren des expandierbaren Teils 15 zwischen der posterioren Herzoberfläche und der Perikardhöhle zu unterstützen. Ein wichtiger Beweggrund für die asymmetrische Gestaltung des expandierbaren Teils 15 nach Fig. 1 ist die richtige Ausrichtung des ersten und des zweiten Abschnitts 17 bzw. 19 des expandierbaren Teils 15 unter dem Herzen 35, so daß das Herz 35 beim Ausdehnen des Teils 15 sowohl angehoben als auch gedreht wird. Speziell für den Zugang zur rechten, medialen Herzseite ist der erste Abschnitt 17 auf der oder um die Mittellinie des Herzens herum angeordnet, und der zweite Abschnitt 19 liegt direkt medial zu dem ersten Abschnitt 17, so daß er die medioposteriore Herzoberfläche berührt. Für den Zugang zur lateralen Herzseite ist der erste Abschnitt 17 auf ähnliche Weise proximal zur Mittellinie der posterioren Herzoberfläche positioniert, und der zweite Abschnitt 19 liegt direkt lateral des ersten Abschnitts 17, so daß er die posteriore laterale Herzoberfläche berührt. Zum richtigen Anordnen und Ausrichten des expandierbaren Teils 15 beim endoskopischen Einsetzen der Vorrichtung 10 kann das formgebende Teil 30 eine oder mehrere aus der Zeichnung nicht ersichtliche Röntgenmarkierungen bzw. -marker aufweisen oder aus einem Röntgenmaterial hergestellt sein, so daß sich das Einsetzen der Vorrichtung mit Hilfe herkömmlicher Röntgenverfahren sichtbar machen läßt.

Nach dem Einsetzen und Expandieren der expandierbaren Organ-Positioniervorrichtung 10 läßt sich das formgebende Teil 30 zum weiteren Positionieren des Herzens 35 verwenden, so daß dieses noch weiter gedreht und freigelegt wird. Das distale Ende des formgebenden Teils 30 dient zum einen zum Abstützen des Herzens und ist zum anderen auch als ein einseitig eingespannter Hebelabschnitt zum weiteren Anheben des Herzens verwendbar.

Die Erfindung weist ein Verfahren zum Freilegen eines interessierenden Herzabschnitts oder Abschnitts eines anderen inneren Organs mit Hilfe einer oben beschriebenen expandierbaren Organ-Positioniervorrichtung auf. Ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Verfahren weist die Schritte auf a) Ausführen eines chirurgischen Zugangsverfahrens zum Schaffen eines Arbeitsraums in der Nähe des zu manipulierenden Organs, b) Einsetzen des expandierbaren Teils der expandierbaren Organ-Positioniervorrichtung zwischen dem Organ und der Körperhöhle des Patienten, und c) Expandieren des expandierbaren Teils. Zum Schaffen eines Arbeitsraums in der Nähe des betreffenden Herzabschnitts lassen sich eine beliebige Anzahl von chirurgischen Zugangsverfahren verwenden, z. B. eine Mini-Thorakotomie, eine Mini-Sternotomie, eine vollständige Thorakotomie oder Sternotomie, das Vorsehen eines endoskopischen Zugangs zum betreffenden Herzabschnitt durch einen Einschnitt für eine Trokaröffnung, oder ein sub-xyphoidales Zugangsverfahren. Derartige Zugangsverfahren sind bekannt und ausführlicher in der US-Patentanmeldung Nr. 09/071 757 beschrieben, die durch Bezugnahme zum Bestandteil dieser Erfindung gemacht wird.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, wird das Herz mittels eines

endoskopischen Zugangsverfahrens so zugänglich gemacht, daß ein Arbeitsraum in der Nähe der posterioren Oberfläche des Herzens 35 geschaffen wird. Die Vorrichtung 10 wird über eine Trokaröffnung 44 eingesetzt, die an einer Stelle in einem Zwischenrippenraum installiert ist. Eine Trokarhülse 42 mit einem das Entfalten des expandierbaren Teils 15 ermöglichenden distalen Ende wird zum Installieren der Vorrichtung verwendet, so daß diese sich von der lateralen zur posterioren Oberfläche des Herzens 35 erstreckt bzw. dort angeordnet ist. Sobald das distale Ende des Trokars proximal zu dem Arbeitsraum positioniert ist, wird das expandierbare Teil 15 in den Arbeitsraum hinein entfaltet. Beim Entfalten des expandierbaren Teils 15 wird eine manuell zu betätigende Ballonpumpe 24 betätigt, so daß das expandierbare Teil 15 zum Anheben und Drehen des Herzens selektiv expandiert wird.

Nach dem Expandieren des expandierbaren Teils 15 unter dem Herzen 35 kann der Operateur das Herz durch posteriore Aushebeln des proximalen Endes der Handgriffbaugruppe 23 der Vorrichtung weiter freilegen. Das Aushebeln des Herzens kann sich bei Konfigurationen mit einer stark verformbar ausgelegten Handgriffbaugruppe 23, die sich zum Schaffen eines ausreichenden Zugangs in der Nähe des gewünschten Abschnitts der Herzoberfläche nach Bedarf zurechtbiegen läßt, schwierig gestalten. Das Aushebeln des Herzens mit Hilfe der Handgriffbaugruppe 23 der Vorrichtung nach Fig. 1 und 2 ist daher besser in einem thorakoskopisch erzeugten Arbeitsraum anwendbar. Für ein thorakoskopisches Verfahren läßt sich die Handgriffbaugruppe nämlich steifer auslegen, was natürlich auf Kosten der Verformbarkeit geschieht, so daß das Aushebeln der Vorrichtung leichter und wirkungsvoller durchführbar ist. Darüber hinaus besteht ein Vorteil der Thoraskopie darin, daß sich der Trokar lateral zu den Trokaren für andere Instrumente positionieren läßt, so daß die Verformbarkeit eine weniger wichtige Rolle spielt.

Bei einem Verfahren am schlagenden Herzen kann der betreffende Abschnitt der lateralen oder lateroposterioren Seite des Herzens, nachdem er ausreichend freigelegt worden ist, auf bekannte Weise stabilisiert werden, ehe ein Koronarverfahren an dem Herzen ausgeführt wird. Beispielsweise kann die Herzoberfläche in dem betreffenden Abschnitt durch Aufbringen entweder einer mechanischen Kraft oder einer Quelle für negativen Druck auf die Herzoberfläche stabilisiert werden, so daß die Bewegung des Herzens während des Eingriffs beruhigt wird. Darüber hinaus kann es wünschenswert sein, eine teilweise Kammerunterstützung an einer oder beiden Herzseiten vorzusehen, so daß das Herz "entleert" und in der Nähe des betreffenden Abschnitts der Herzoberfläche zusätzlich Platz geschaffen wird. Verfahren und Vorrichtungen zum teilweisen Unterstützen des Herzens sowie verschiedene Stabilisierungsverfahren sind in der US-Patentanmeldung Nr. 09/118 132 ausführlicher beschrieben, die durch Bezugnahme zu einem Bestandteil dieser Erfindung gemacht wird. Andere Verfahren sind z. B. das Halten des Perikards mit Hilfe zweier Nähte, das Drücken einer Pinzette oder eines oder mehrerer Laparotomiekompressen gegen die Herzoberfläche. Bei einer teilweisen Unterstützung einer oder beider Herzseiten dehnt sich das Herz nicht auf seine volle Größe aus und der Sauerstoffbedarf des Myokards ist verringert. Zu den Vorteilen der teilweisen Herzunterstützung gehören damit ein verringertes Ischämierisiko im Myokardgewebe sowie ein zusätzlicher Raumgewinn in der Nähe eines interessierenden Abschnitts der Herzoberfläche.

Die Lehren der Erfindung sind auch für ein Verfahren anwendbar, bei dem das Herz an einen Herz-Lungen-Bypass (CPB) angeschlossen wird. In vielen Fällen kann es wün-

schenswert sein, das Herz vor dem Ausführen eines Eingriffs an der Herzoberfläche an einen CPB anzuschließen, und den Arbeitsraum in der Nähe des Herzens trotzdem nur durch einen minimal-invasiven oder endoskopischen Eingriff mittels einer Mini-Thorakotomie, Mini-Sternotomie, eines endoskopischen Zugangsverfahrens oder ähnlicher Verfahren zu schaffen. Bei diesen Zugangsverfahren soll die Größe des operativen Einschnitts möglichst gering sein, wodurch jedoch auch der Zugang zu den lateralen und posterioren Abschnitten der Myokardoberfläche begrenzt wird. Daher ist es sowohl bei Verfahren am schlagenden Herzen als auch bei Herzoperationen mit CPB-Unterstützung vorteilhaft, das Herz wie oben beschrieben zu positionieren und zu drehen, so daß die weniger zugänglichen Herzabschnitte zugänglich gemacht werden.

Die Lehren der Erfindung weisen ferner eine aus den Fig. 8 (A-D) ersichtliche alternative Ausführungsform einer Herz-Positioniervorrichtung auf. Aus Fig. 8A ist ein erfindungsgemäßes Organ-Positioniernetz mit einem an einer Seite offenen Beutel 100 ersichtlich. Der Beutel 100 hat ein offenes Ende 105 und ein geschlossenes Ende 109, wobei das offene Ende 105 so bemessen ist, daß es um wenigstens den unteren Abschnitt des Herzens 35 herumpaßt. Das offene Ende 105 des Beutels 100 kann ferner ein Verschlußband 102 aufweisen, mit dem sich das offene Ende 105 des Beutels 100 um das Herz 35 herum zusammenziehen läßt, wenn das Herz 35 geeignet in dem Beutel 100 positioniert ist. Das Verschlußband 102 kann eine Verschlußvorrichtung 107 aufweisen, die das offene Ende 105 fest um das Herz 35 herum fixiert.

Der Beutel 100 ist aus einem flexiblen Material hergestellt, das je nach Bedarf entsprechend verdreht und zugeschnitten sein kann. Vorzugsweise ist der Beutel 100 aus einem Netzmaterial konfiguriert, das den Zugang zur Herzoberfläche durch die offenen Abschnitte des Netzmaterials ermöglicht. Insbesondere kann es notwendig sein, einen oder mehrere Fäden oder Schnüre des Beutelmaterials zu durchtrennen, so daß der Zugang zu dem Zielabschnitt, d. h. den OM-Arterien, ermöglicht wird. Das Netzmaterial läßt sich schnell und problemlos durchtrennen, so daß eine frei zugängliche Eingriffsstelle geschaffen wird. Der Beutel 100 kann auch aus einem dehnbaren elastischen Material konfiguriert sein, so daß er sich physisch auseinanderziehen und dann um das Herz herum positionieren läßt. Mit den elastischen Eigenschaften wird verhindert, daß die Vorrichtung unbeabsichtigt vom Herzen herunterrutscht oder sich löst.

Aus Fig. 8A ist die Vorrichtung während des Betriebs ersichtlich, wobei das offene Ende 105 des Beutels 100 durch Entlangsschieben am Zwerchfell 106 und Aufschieben auf die Herzspitze über das Herz 35 geschoben ist. Wie aus Fig. 8B ersichtlich ist, wird der Beutel 100 bis zu einer Stelle in der Nähe der großen Herzgefäße geschoben und dort mit Hilfe eines Verschlußbands 102 oder eines anderen oben beschriebenen Verschlußmechanismus festgezogen. Der Chirurg ergreift und verdreht das geschlossene Ende 110 des Beutels 100 auf die aus Fig. 8C ersichtliche Weise, so daß das Beutelmateriale um den in dem Beutel 100 angeordneten Abschnitt des Herzens 35 herum festgezogen wird. Das geschlossene Ende 110 wird so lange weiter verdreht, bis die Verdrehung des Beutels eine Drehung des Herzens bewirkt. Gleichzeitig mit dem Drehen des Herzens wird dieses so angehoben, daß die Herzspitzeanterior nach oben bewegt wird, so daß der interessierende Abschnitt auf der Oberfläche des Herzens 35 freigelegt wird. Wie oben beschrieben läßt sich das Material des Beutels 100 auch aufschneiden, so daß an dem gewünschten Abschnitt der Herzoberfläche eine freie Eingriffsstelle geschaffen wird. Durch Wegziehen des geschlossenen Endes 110 des Beutels 100 von der Perikard-

wand des Patienten, so daß der Arbeitsraum in der Nähe des betreffenden Abschnitts der Herzoberfläche erweitert wird, läßt sich zusätzlich Platz schaffen.

Eine aus den Fig. 9 (A-D) ersichtliche weitere erfindungsgemäße Organ-Positioniervorrichtung ist ein Positionierungsgurt mit einem Gurtteil 200, das so ausgelegt ist, daß es sich in einer hohlen, gebogenen Führungshülse 202 anordnen läßt. Die Führungshülse 202 ist vorzugsweise eine relativ steife, halbbogenförmige flache Gurt-Einsetzvorrichtung, die sich zwischen der Perikardwand und der posterioren Herzoberfläche einsetzen läßt, so daß sie einen Abschnitt des Herzens umgibt. Bei einer aus der Zeichnung nicht ersichtlichen alternativen Konfiguration läßt sich ein zweiter, ähnlich aufgebauter Gurt durch den Sinus transversus einsetzen und zum Umschließen eines oberen Herzabschnitts verwenden. Mit dem zweiten Gurt wird der obere Herzabschnitt zusammen mit den großen Gefäßen dann während der Herzoperation leicht in der Perikardhöhle angehoben, so daß ein Zusammendrücken, Abdrücken oder Knicken der großen Gefäße verhindert wird. Bei beiden Anwendungsfällen weist das distale Ende 204 der Führungshülse 202 vorzugsweise ein atraumatisch geformtes Ende auf, mit dem sich eine Schädigung des angrenzenden Gewebes verhindern und das Einsetzen der Vorrichtung erleichtern läßt. Das proximale Ende der gebogenen Führungshülse 202 ist so ausgelegt, daß sich das Gurtteil 200 darin aufnehmen läßt, und weist eine Länge auf, die zum Aufnehmen einer wesentlichen Länge des Gurtteils 200 ausreicht.

Die Vorrichtung wird um den unteren Abschnitt des Herzens herum wie aus den Fig. 9 (A-D) ersichtlich installiert, wobei die gebogene Führungshülse 202 so geformt ist, daß sie das Installieren der Vorrichtung zwischen der Perikardwand und der lateralen Herzoberfläche erleichtert. Wie aus Fig. 9A ersichtlich ist, wird die Hülse 202 dorsal zwischen der Perikardwand und der lateralen Herzoberfläche weiterbewegt und dann lateral an der posterioren Oberfläche der Perikardhöhle entlanggebogen. Wie aus Fig. 9B ersichtlich ist, tritt die Führungshülse 202 aufgrund dieser Biegung gegenüber ihrer Eintrittsstelle wieder aus der Perikardhöhle zwischen der Perikardwand und der lateralen Herzoberfläche heraus. Auf diese Weise wird erreicht, daß das Gurtteil 200 das Herz in der Perikardhöhle umgibt, ohne daß das Herz dabei wesentlich manipuliert werden muß. Wenn ein unterer Abschnitt des Herzens 35 von einem wesentlichen Abschnitt des Gurtteils 200 umgeben ist, kann die Führungshülse 202 entfernt werden. Bei einer Konfiguration läßt sich das Gurtteil 200 frei in der Führungshülse 202 halten. Die Führungshülse 202 wird dann durch einfaches Herunterschieben von dem distalen Ende des Gurtteils 200 entfernt. Alternativ kann die Führungshülse 202 auch an dem Gurtteil 200 festgelegt sein und durch Zerschneiden des Gurts 200 in der Nähe des proximalen Endes der Hülse 202 entfernt werden. In diesem Falle lassen sich die freien Enden 201, 203 des Gurtteils 200 mit einem Greifinstrument 207 ergreifen, so daß sie sicher gehalten werden, und dann wird der Gurt 200 positioniert. Das freie Ende 203 wird relativ zu dem freien Ende 201 herausgezogen, so daß das Herz 35 in der Perikardhöhle angehoben und gedreht wird. Auf diese Weise läßt sich ein Zielabschnitt auf der lateralen oder lateroposterioren Seite des Herzens wirkungsvoll freilegen, so daß sich ein chirurgischer Eingriff ausführen läßt. Man kann auch an dem freien Ende 201 ziehen, so daß es relativ zu dem freien Ende 203 bewegt und das Herz gedreht und angehoben und dadurch ein interessierender Abschnitt auf der lateralen oder lateroposterioren Seite des Herzens freigelegt wird.

Das Gurtteil ist vorzugsweise aus einem flexiblen, relativ unelastischen Material hergestellt, z. B. aus Nylon, Poly-

ethylen, Vinyl, Kunststoff, PETP oder einem anderen ähnlichen, für chirurgische Anwendungen geeigneten Material. Der Gurt kann ferner eine Innenoberfläche aufweisen, die sich in Eingriff mit dem Herzen bringen läßt und Reibelemente aufweist, die während der Manipulation des Herzens ein Verrutschen des Gurts 200 bezüglich der Herzoberfläche verhindern. Beispielsweise läßt sich der Gurt 200 an seiner Innenoberfläche mit einem gekreuzten Ätzmuster wie einer DeBakey-Oberfläche versehen. Das DeBakey-Muster an der Innenoberfläche des Gurts 200 erleichtert das Drehen des Herzens in der Perikardhöhle.

Wenn ein Arbeitsraum in der Nähe einer gewünschten lateralen oder lateroposterioren Herzoberfläche geschaffen worden ist, läßt sich eine aus Fig. 10 ersichtliche erfindungsgemäße Vorrichtung zum Aufrechterhalten oder Erweitern dieses Arbeitsraums verwenden. Eine Organ-Positioniervorrichtung 300 des aus Fig. 10 ersichtlichen Typs weist einen flexiblen Rahmen 304 mit einem ersten Rahmenabschnitt 302 und einem zweiten Rahmenabschnitt 308 auf. Der erste Rahmenabschnitt 306 läßt sich in Eingriff mit der Perikardwand des Patienten bringen. Der zweite Rahmenabschnitt 308 ist an den ersten Rahmenabschnitt 306 angelenkt und läßt sich in der Nähe eines gewünschten Abschnitts der Herzoberfläche in Eingriff mit der Herzoberfläche bringen.

Der erste und der zweite Rahmenabschnitt 302 bzw. 308 sind an Gelenkpunkten 310 relativ zueinander festgelegt. Die Gelenkpunkte 310 können entweder einen aus der Zeichnung nicht ersichtlichen elastischen Gelenkmechanismus oder eine verformbare Einrichtung aufweisen, mit deren Hilfe sich der Winkel zwischen den Rahmenabschnitten nach Bedarf einstellen läßt. Alternativ kann man auch die Eigenelastizität der Rahmenabschnitte 302, 308 nutzen, wie aus Fig. 10 ersichtlich ist, so daß die Vorrichtung 300 leichter wieder in eine ausgedehnte Konfiguration zurückkehrt. Der flexible Rahmen 304 besteht vorzugsweise aus einem elastischen Kunststoff, Metall oder anderem ähnlichen Material, das nach seiner Verformung wieder seine ursprüngliche Form annimmt. Zum Installieren des Rahmens 304 werden die Enden des ersten und des zweiten Abschnitts 302, 308 relativ zueinander zusammengedrückt, und die zusammengedrückte Vorrichtung wird in der Nähe des gewünschten Abschnitts zwischen der Perikardwand und der Herzoberfläche eingesetzt. Nach dem Einsetzen werden die zusammengedrückten Enden des ersten und des zweiten Rahmenabschnitts 302, 308 freigegeben, und die natürliche Elastizität des Rahmens 304 bewirkt, daß die proximal zu dem zweiten Rahmenabschnitt 308 liegende Herzoberfläche relativ zu dem ersten Rahmenabschnitt 302 weggeschoben bzw. -gedrückt wird. Aus Fig. 11 ist der Rahmen 304 so eingesetzt ersichtlich, daß er einen gewünschten Abschnitt auf der lateralen Seite des Herzens freigibt. Der zweite Abschnitt 308 kann ein Stück Netzmaterial 306 oder ein anderes Haltematerial aufweisen, mit dem sich verhindern läßt, daß die Herzoberfläche während der Operation in den Arbeitsraum eindringt. Das Netzmaterial läßt sich bei Bedarf zerschneiden, so daß um den betreffenden Abschnitt herum ein freier Eingriffsbereich geschaffen wird. Darüber hinaus kann auch eine teilweise Unterstützung des Herzens vorgesehen werden, so daß dieses teilweise entleert wird und damit in der Nähe des betreffenden Abschnitts des Herzens zusätzlich Platz geschaffen wird.

Aus den Fig. 12 bis 14 sind alternative Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Positionierungsgurts ersichtlich, wobei das Gurtteil 410 einen Befestigungsmechanismus zum Festlegen des Gurtteils 410 an der Herzoberfläche aufweist. Wie aus Fig. 12 ersichtlich ist, weist ein Positionierungsgurt ein Gurtteil 410 mit einer Mehrzahl von Ansaugöffnungen 408 auf, die an einer Innenoberfläche des Gurtteils 410

angeordnet sind. Das Gurtteil 410 kann ferner einen Öffnungsabschnitt 406 aufweisen, der den Zugang zu einem gewünschten Bereich der Herzoberfläche ermöglicht, wenn die Vorrichtung um das Herz herum positioniert ist. Die freien Enden 404, 409 können schmaler sein als der Mittelabschnitt 411, so daß sich die Vorrichtung leichter um den Herzabschnitt herum installieren läßt, der gedreht und positioniert werden soll.

Aus Fig. 13, einem Schnitt entlang der Linie 13-13 durch das Gurtteil nach Fig. 12, ist ein bevorzugter innerer Aufbau des Gurtteils 410 ersichtlich. Das Gurtteil weist eine Innenoberfläche 416 auf, die sich in Eingriff mit dem Herzen bringen läßt, und eine Außenoberfläche 414. Die Oberflächen 414, 416 werden von einer Anzahl von Stegen 412 in einem Abstand voneinander gehalten, so daß sie nicht aneinanderhaften bzw. eine Abdichtung bilden, wenn durch einen in Vakuumverbindung mit einem Innenraum 420 des Gurtteils 410 stehenden Vakuumschlauch 402 ein Vakuum an den Innenraum 420 angelegt wird. Die Stege 412 verhindern auch, daß sich die Oberflächen 414, 416 beim Einleiten eines Druckfluids in den Innenraum 420 relativ zueinander ausdehnen. Wenn ein Vakuum an den Innenraum 420 des Gurtteils angelegt ist, bewirkt die an den Vakuumöffnungen 408 in der Eingriffsfläche erzeugte Saugkraft, daß die Herzoberfläche an der Eingriffsfläche 416 des Gurtteils 410 anhaftet.

Aus den Fig. 14 (A-C) sind eine Anzahl alternativer Konfigurationen für ein erfindungsgemäßes Gurtteil 410 ersichtlich. Die im einzelnen verwendete Konfiguration hängt dabei vom Operateur und von den klinischen Indikationen des konkreten Verfahrens ab, zu denen der zugänglich zu machende Eingriffsort, die Körpergröße des Patienten und das verwendete Zugangsverfahren gehören. Aus Fig. 14A ist ein Gurtteil 410 ersichtlich, das über die freien Enden 404, 409 hinweg ein und dieselbe Breite aufweist und mit einem Herz-Eingriffsabschnitt 423 versehen ist. Die Vakuumöffnungen 408 sind gleichmäßig um einen Öffnungsabschnitt 406 herum angeordnet, der den Zugang zu einem gewünschten Abschnitt der Herzoberfläche ermöglicht. Aus Fig. 14B ist ein Positioniergurt mit einem kreisförmigen Herz-Eingriffsabschnitt ersichtlich, bei dem die freien Enden 404, 409 eine dünnere Konfiguration aufweisen, so daß sich die Vorrichtung leichter installieren läßt. Der aus Fig. 14C ersichtliche Positioniergurt hat einen langen Herz-Eingriffsabschnitt 423 mit kürzeren freien Enden 404, 409. Es versteht sich jedoch, daß aufgrund der asymmetrischen Form des Herzens und der versetzten Lage der Eingriffsstelle in den meisten Anwendungsfällen eine Konfiguration mit weitestgehend asymmetrischem Gurtteil 410 erforderlich ist, auch wenn aus den Fig. 12-14 eine Anzahl von insgesamt symmetrisch konfigurierten Positioniergurten ersichtlich ist.

Aus Fig. 15 ist ein erfindungsgemäßer Positioniergurt ersichtlich, der um ein Herz herum angeordnet ist und gerade zum Positionieren und Drehen des Herzens verwendet wird, so daß ein gewünschter Abschnitt der posterioren Herzoberfläche freigelegt wird. Mit Hilfe zweier Greifinstrumente 407 wird jeweils ein freies Ende des Gurtteils 400 sicher erfaßt. Zum Ausführen einer Anastomose an den Oberflächenarterien des Herzens wird die Positioniervorrichtung vorzugsweise so positioniert, daß die Zielarterie der Anastomose durch den Öffnungsabschnitt 406 des Gurtteils 400 hindurch zugänglich ist. Nach dem Anbringen einer neuen arteriellen Blutzuführung an dem Eingriffsort wird das Gurtteil 400 an dem Öffnungsabschnitt 406 zerschnitten, so daß sich die Positioniervorrichtung vom Herzen entfernen läßt. Die Vakuumöffnungen 408 sind in Fig. 15 nur zum Veranschaulichen ihrer relativen Lage an dem Gurtteil 400 gezeigt und in Wirklichkeit aufgrund ihrer Lage an der inne-

ren Herz-Eingriffsfläche 416 des Gurtteils 400 bei dieser Ansicht nicht sichtbar.

Aus den Fig. 16 (A-C) ist eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Gurtteil 500 ersichtlich, das eine Haftenrichtung zum Festlegen einer Gewebe-Eingriffsfläche 502 des Gurtteils 500 an der Herzoberfläche in der Nähe des gewünschten Abschnitts der Herzoberfläche aufweist. Die Haftenrichtung weist vorzugsweise eine Anzahl von Klebstofföffnungen 508 auf, die ähnlich wie die oben beschriebenen Vakuumöffnungen aufgebaut sind. Die Vorrichtung ist so ausgelegt, daß sie sich zwischen der Perikardwand und der lateralen Oberfläche des Herzens einsetzen läßt, wie aus Fig. 16A ersichtlich ist. Wenn die Vorrichtung in der Nähe des betreffenden Abschnitts der Herzoberfläche positioniert ist, wird aus den Klebstofföffnungen 508 ein biokompatibler Klebstoff wie Fibrinkleber, ein Klebstoff auf Kollagenbasis, ein Hydrogel oder Cyanoacrylat auf die Herzoberfläche aufgebracht, der von einer externen Quelle über einen Klebstoff-Zuführschlauch 502 zugeführt wird. Der Klebstoff kann so beschaffen sein, daß ein Katalysator wie Licht, Wärme, Feuchtigkeit oder eine Chemikalie erforderlich ist, um das Ausbilden einer Bindung zwischen dem Eingriffsabschnitt 523 des Gurtteils 500 und dem Herzen auszulösen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist der Klebstoff eine Hydrogel-Verbindung auf, die auf den Herz-Eingriffsabschnitt 523 aufgebracht wird. Das Hydrogel wird entweder durch den Kontakt mit dem Blut des Patienten oder durch Zuführen von Wasser durch die Öffnungen 508 rutschig, so daß sich der Gurt 500 leichter in die Nähe des betreffenden Abschnitts der Herzoberfläche einsetzen läßt. Das Hydrogel wird schnell klebrig, so daß der Herz-Eingriffsabschnitt 523 des Gurtteils 500 an dem betreffenden Abschnitt des Herzens fixiert wird. Das Hydrogel ermöglicht ein biokompatibles Haften bzw. Festkleben der Herzoberfläche an dem Gurtteil 500.

Sobald der Klebstoff ausgehärtet und das Herz an dem Gurtteil 500 festgelegt ist, wird das Gurtteil 500 in proximaler Richtung zurückgezogen, so daß das Herz in der Perikardhöhle gedreht und angehoben wird, wie aus Fig. 16B ersichtlich ist. Das Gurtteil 500 muß an der Herzoberfläche festgelegt sein, so daß sich eine Behinderung des Operationsverfahrens verhindern läßt. Es kann ferner einen aus der Zeichnung nicht ersichtlichen Öffnungsabschnitt wie oben beschrieben aufweisen, so daß es beim Operationsverfahren nicht im Wege ist. Nach dem Positionieren des Herzens und dem Abschluß des herzchirurgischen Verfahrens kann die Herzoberfläche durch Zuführen von Wasser, Alkohol oder einer anderen deaktivierend wirkenden Substanz zu dem Hydrogel von dem Herz-Eingriffsabschnitt 523 gelöst werden, und zwar durch direktes Auftragen der deaktivierenden Substanz auf die Hydrogelbindung oder durch Zuführen dieser durch die Öffnungen 508. Die deaktivierend wirkende Substanz löst die Klebeverbindung zwischen der Herzoberfläche und dem Gurtteil 500 und ermöglicht das Entfernen des Gurtteils aus der Perikardhöhle, wie aus Fig. 16C ersichtlich ist.

Für einen Fachmann dürfte es offensichtlich sein, daß sich die aus den Fig. 12-15 ersichtlichen Ausführungsformen entsprechend für die Verwendung einer Klebstofflösung anstelle einer Vakuumeinrichtung modifizieren lassen. Gleichmaßen läßt sich die aus Fig. 16 ersichtliche Ausführungsform auch mit einer externen Vakuumquelle verwenden, die das Lösen der Herzoberfläche von der Herz-Eingriffsfläche der Vorrichtung verhindert.

Es wurden Vorrichtungen und Verfahren zum Positionieren eines inneren Organs gezeigt und beschrieben. Der Fachmann wird jedoch nachvollziehen können, daß offen-

sichtliche Modifikationen der dargelegten Beispiele möglich sind, ohne vom Umfang der beigefügten Ansprüche abzuweichen.

#### Patentansprüche

1. Herz-Positionierungsvorrichtung zum Positionieren und Manipulieren des Herzens während eines chirurgischen Verfahrens, mit  
einem asymmetrisch expandierbaren Teil mit einem ersten Abschnitt und einem zweiten Abschnitt, wobei der erste Abschnitt so konfiguriert ist, daß er einen posterioren Abschnitt des Herzens kontaktiert und das Herz im expandierten Zustand anterior anhebt, und der zweite Abschnitt so konfiguriert ist, daß er einen lateroposterioren Abschnitt des Herzens kontaktiert, wobei der zweite Abschnitt so bemessen ist, daß er im expandierten Zustand das Herz sowohl anterior anhebt als auch medial dreht, und  
einem länglichen Röhrenteil, das an dem expandierbaren Teil festgelegt ist und ein durch sein Inneres verlaufendes Füll-Lumen aufweist, wobei ein distales Ende des Füll-Lumens in Fluidverbindung mit dem expandierbaren Teil steht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei diese ferner eine Quelle für Füllfluid aufweist, die in Fluidverbindung mit einem proximalen Ende des Füll-Lumens steht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei diese ferner eine Ventileinheit aufweist, die den Strom des Füllfluids durch das Füll-Lumen selektiv reguliert.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das längliche Röhrenteil mit einer Drehkupplung an dem expandierbaren Teil festgelegt ist, welche das längliche Röhrenteil bezüglich des expandierbaren Teils axial drehbar macht.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das expandierbare Teil ferner eine posteriore Oberfläche und eine anteriore Oberfläche aufweist, wobei ein Abschnitt der posterioren Oberfläche bezüglich eines entsprechenden Abschnitts der anterioren Oberfläche festgelegt ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Abschnitt der posterioren Oberfläche mit einem Stegteil bezüglich des entsprechenden Abschnitts der anterioren Oberfläche festgelegt ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Abschnitt der posterioren Oberfläche dicht abschließend direkt an dem entsprechenden Abschnitt der anterioren Oberfläche befestigt ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Röhrenteil ferner ein in seiner Form anpaßbares formgebendes Teil aufweist mit einem distalen Ende, das so ausgelegt ist, daß es das expandierbare Teil während des Einsetzens und Positionierens der Herz-Positionierungsvorrichtung abstützt und verstärkt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei das expandierbare Teil eine annähernd kreisförmige Konfiguration aufweist und das in seiner Form anpaßbare formgebende Teil ein bogenförmiges distales Ende hat, dessen Form im wesentlichen mit einem Außenumfang des expandierbaren Teils übereinstimmt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei das bogenförmige distale Ende des in seiner Form anpaßbaren formgebenden Teils eine "hakenförmige" Konfiguration hat.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei das in seiner Form anpaßbare formgebende Teil an einer posterioren Oberfläche des expandierbaren Teils festgelegt ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei das distale Ende des formgebenden Teils aus einem verformbaren Material konfiguriert ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei das verformbare Material Kupfer ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei das distale Ende des formgebenden Teils aus einem Material mit einem natürlichen Formgedächtnis konfiguriert ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die expandierbare Organ-Positionierungsvorrichtung so konfiguriert ist, daß sie sich in einer Trokar-Einsetzvorrichtung anordnen läßt.
16. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei sich das längliche Röhrenteil und das in seiner Form anpaßbare formgebende Teil von dem expandierbaren Teil lösen lassen.
17. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das expandierbare Teil einen expandierbaren Ballon aufweist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der expandierbare Ballon aus einem Material konfiguriert ist, das aus folgender Gruppe ausgewählt ist: Polyethylenterephthalate, Polyvinylchlorid, Ethylenvinylazetat, Polyurethan, Silikon, und Latex.
19. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei diese ferner ein Druckbegrenzungsventil aufweist, das so konfiguriert ist, daß es einen zu großen Fülldruck in dem expandierbaren Ballon verhindert.
20. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Füllfluid-Quelle eine manuell betreibbare Pumpe aufweist.
21. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Füllfluid-Quelle eine maschinell betreibbare Pumpe aufweist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Füllfluid-Quelle ein mit Druck beaufschlagtes Füllfluid aufweist.
23. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das expandierbare Teil eine fluidundurchlässige Membran aufweist, die um ein Innenteil herum angeordnet ist, und das Innenteil aus Schaumstoff niedriger Dichte besteht.
24. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei diese ferner eine Ventileinheit aufweist, die den Strom des Füllfluids durch das Füll-Lumen selektiv reguliert.
25. Verfahren zum Positionieren und Manipulieren eines in einer Körperhöhle angeordneten Organs, mit den Schritten
  - a) Schaffen eines Arbeitsraums in der Nähe des zu positionierenden bzw. zu manipulierenden Organs,
  - b) Vorsehen einer Organ-Positionierungsvorrichtung in der Nähe des zu manipulierenden Organs, wobei die Positionierungsvorrichtung folgendes aufweist: ein asymmetrisch expandierbares Teil mit einem ersten Abschnitt und einem zweiten Abschnitt, wobei der erste Abschnitt so konfiguriert ist, daß er einen posterioren Abschnitt des Organs kontaktiert und das Organ im expandierten Zustand anterior anhebt, und der zweite Abschnitt so konfiguriert ist, daß er einen lateroposterioren Abschnitt des Organs kontaktiert, wobei der zweite Abschnitt so bemessen ist, daß er im expandierten Zustand das Organ sowohl anterior anhebt als auch lateral dreht, und ein längliches Röhrenteil, das an dem expandierbaren Teil festgelegt ist und ein durch sein Inneres verlaufendes Füll-Lumen aufweist, wobei ein distales Ende des Füll-Lumens in Fluidverbindung mit dem expandierbaren Teil steht,
  - c) Einsetzen des expandierbaren Teils der expandierbaren Organ-Positionierungsvorrichtung zwischen dem Organ und der Körperhöhle des Pa-

tienten, so daß der erste Abschnitt des expandierbaren Teils eine posteriore Fläche des Organs berührt und der zweite Abschnitt des expandierbaren Teils eine lateroposteriore Oberfläche des Organs berührt, und

d) Expandieren des expandierbaren Teils, so daß die posteriore Oberfläche des Organs von dem ersten Abschnitt des expandierbaren Teils angehoben wird und die lateroposteriore Oberfläche des Organs von dem zweiten Abschnitt des expandierbaren Teils angehoben und lateral gedreht wird.

26. Verfahren zum Positionieren des Herzens in der Perikardhöhle, mit den Schritten

a) Ausführen eines chirurgischen Zugangsverfahrens zum Schaffen eines Arbeitsraums in der Nähe des Herzens,

b) Vorsehen einer Organ-Positioniervorrichtung in der Nähe des Herzens, wobei die Positioniervorrichtung folgendes aufweist: ein asymmetrisch expandierbares Teil mit einem ersten Abschnitt und einem zweiten Abschnitt, wobei der erste Abschnitt so konfiguriert ist, daß er einen posterioren Abschnitt des Herzens kontaktiert und das Organ im expandierten Zustand anterior anhebt, und der zweite Abschnitt so konfiguriert ist, daß er einen lateroposterioren Abschnitt des Herzens kontaktiert, wobei der zweite Abschnitt so bemessen ist, daß er im expandierten Zustand das Herz sowohl anterior anhebt als auch medial dreht, und ein längliches Röhrenteil, das an dem expandierbaren Teil festgelegt ist und ein durch sein Inneres verlaufendes Füll-Lumen aufweist, wobei ein distales Ende des Füll-Lumens in Fluidverbindung mit dem expandierbaren Teil steht,

c) Einsetzen des expandierbaren Teils der expandierbaren Organ-Positioniervorrichtung zwischen dem Herzen und dem Zwerchfell des Patienten, so daß der erste Abschnitt des expandierbaren Teils eine posteriore Oberfläche des Herzens berührt und der zweite Abschnitt des expandierbaren Teils eine lateroposteriore Oberfläche des Herzens berührt, und

d) Expandieren des expandierbaren Teils, so daß die posteriore Oberfläche des Herzens von dem ersten Abschnitt des expandierbaren Teils angehoben wird und die lateroposteriore Oberfläche des Herzens von dem zweiten Abschnitt des expandierbaren Teils angehoben und lateral gedreht wird.

27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei der Schritt Expandieren des expandierbaren Teils, so daß die posteriore Oberfläche des Herzens von dem ersten Abschnitt des expandierbaren Teils angehoben wird und die lateroposteriore Oberfläche des Herzens von dem zweiten Abschnitt des expandierbaren Teils angehoben und lateral gedreht wird so lange fortgesetzt wird, bis die stumpfen randständigen Arterien freigelegt sind.

28. Verfahren nach Anspruch 26, wobei der Schritt Schaffen eines Arbeitsraums in der Nähe des Herzens das Ausführen einer Thorakotomie aufweist.

29. Verfahren nach Anspruch 26, wobei der Schritt Schaffen eines Arbeitsraums in der Nähe des Herzens das Ausführen eines zum Installieren einer Trokar-Einsatzvorrichtung in der Nähe des Herzens geeigneten endoskopischen Einschnitts aufweist.

30. Verfahren nach Anspruch 26, wobei der Schritt Expandieren des expandierbaren Teils das Zuführen eines Füllfluids von einer Füllfluid-Quelle zu dem expan-

dierbaren Teil aufweist.

31. Verfahren nach Anspruch 30, wobei das Füllfluid von der Füllfluid-Quelle mit einem Druck zu dem expandierbaren Teil geleitet wird, der höher ist als der Umgebungsdruck.

32. Verfahren nach Anspruch 30, wobei das expandierbare Teil eine fluidundurchlässige Membran aufweist, die um einen Innenkörper aus Schaumstoff niedriger Dichte herum angeordnet ist, wobei der Schritt Expandieren des expandierbaren Teils das Entspannen eines auf den Innenkörper wirkenden Vakuums und das Ermöglichen des Wiedereinströmens von Füllfluid in das expandierbare Teil bei Umgebungsdruck aufweist.

33. Verfahren nach Anspruch 26, wobei das längliche Röhrenteil ferner ein in seiner Form anpaßbares formgebendes Teil aufweist mit einem distalen Ende, das so ausgelegt ist, daß es das expandierbare Teil während des Installierens und Positionierens der Herz-Positioniervorrichtung verstärkt und abstützt, wobei das Verfahren den zusätzlichen Schritt aufweist Repositionieren des Herzens durch Positionieren des in seiner Form anpaßbaren formgebenden Teils.

34. Verfahren nach Anspruch 33, wobei sich das längliche Röhrenteil und das in seiner Form anpaßbare formgebende Teil von dem expandierbaren Teil lösen lassen, wobei das Verfahren den zusätzlichen Schritt aufweist Lösen des in seiner Form anpaßbaren formgebenden Teils und des länglichen Röhrenteils von dem expandierbaren Teil und Entfernen des in seiner Form anpaßbaren formgebenden Teils und des länglichen Röhrenteils aus dem Arbeitsraum in der Nähe des Herzens.

35. Verfahren nach Anspruch 33, wobei dieses den zusätzlichen Schritt aufweist Festlegen eines proximalen Endes der Organ-Positioniervorrichtung an einer stabilen Halterung.

36. Verfahren nach Anspruch 35, wobei die stabile Halterung ein Operationsretraktor ist.

37. Verfahren nach Anspruch 33, wobei dieses die zusätzlichen Schritte aufweist

Ausführen eines Operationsverfahrens an den Koronarien des Herzens,  
Kontrahieren des expandierbaren Teils,  
Entfernen der Organ-Positioniervorrichtung aus der Perikardhöhle, und  
Verschließen des Arbeitsraums in der Nähe des Herzens.

38. Verfahren nach Anspruch 37, wobei der Schritt Ausführen eines Operationsverfahrens an den Koronarien des Herzens das Ausführen einer Koronararterien-Bypass-Transplantation an einer lateralen Koronararterie des Herzens aufweist.

39. Herz-Positioniervorrichtung zum Positionieren und Manipulieren des Herzens während eines Operationsverfahrens, mit einem flexiblen Beutel, der ein offenes Ende und ein geschlossenes Ende aufweist, wobei das offene Ende so ausgelegt ist, daß es sich um einen unteren Abschnitt eines zu positionierenden bzw. zu manipulierenden Herzens herum anordnen läßt.

40. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei diese einen Verschlussmechanismus aufweist, mit dem sich das offene Ende des Beutels um einen Umfang des Herzens herum verschließen läßt.

41. Vorrichtung nach Anspruch 40, wobei die Verschlussvorrichtung ein Verschlussband aufweist, das sich um einen Umfang des Herzens herum festziehen läßt.

42. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei der Beutel

aus einem dehnbaren elastischen Material konfiguriert ist.

43. Vorrichtung nach Anspruch 39, wobei der Beutel aus Netzmaterial konfiguriert ist.

44. Herz-Positioniervorrichtung zum Positionieren und Manipulieren des Herzens während eines Operationsverfahrens, mit einem Gurtteil, das sich zwischen der Herzoberfläche und der Perikardhöhle einsetzen läßt, so daß es einen Abschnitt des Herzens im wesentlichen umgibt.

45. Vorrichtung nach Anspruch 44, wobei das Gurtteil eine Innenfläche aufweist, die sich in Eingriff mit dem Herzen bringen läßt und die so ausgelegt ist, daß sie das Verrutschen des Herzens relativ zu dem Gurtteil einschränkt.

46. Vorrichtung nach Anspruch 45, wobei die in Eingriff mit dem Herzen bringbare Fläche eine Mehrzahl von Vakuumöffnungen aufweist, die in Vakuumverbindung mit einer externen Vakuumquelle stehen.

47. Vorrichtung nach Anspruch 45, wobei die in Eingriff mit dem Herzen bringbare Fläche ein DeBakey-Muster aufweist.

48. Vorrichtung nach Anspruch 45, wobei die in Eingriff mit dem Herzen bringbare Fläche eine Mehrzahl von Klebstofföffnungen aufweist, mit denen sich Klebstoff von einer Klebstoff-Quelle zu einer Oberfläche des Herzens leiten läßt.

49. Vorrichtung nach Anspruch 44, wobei diese ferner einen in dem Gurtteil vorgesehenen Öffnungsabschnitt aufweist, wobei der Öffnungsabschnitt so konfiguriert ist, daß er den Zugang zu einem interessierenden Abschnitt der Herzoberfläche ermöglicht.

50. Vorrichtung nach Anspruch 44, wobei diese ferner eine Führungshülse aufweist mit einem proximalen Ende und einem distalen Ende, wobei das proximale Ende so ausgelegt ist, daß es sich in Eingriff mit einem distalen Ende des Gurtteils bringen läßt.

51. Vorrichtung nach Anspruch 50, wobei die Führungshülse in dem proximalen Ende ein gebogenes Teil mit einer Aussparung aufweist, das so konfiguriert ist, daß sich das distale Ende des Gurtteils darin aufnehmen läßt.

52. Vorrichtung nach Anspruch 51, wobei die Aussparung im wesentlichen über die gesamte Länge der Führungshülse verläuft.

53. Vorrichtung nach Anspruch 50, wobei die Führungshülse an dem proximalen Ende ein gebogenes Teil mit einer Befestigungseinrichtung aufweist, die sich in Eingriff mit dem distalen Ende des Gurtteils bringen läßt.

54. Vorrichtung nach Anspruch 53, wobei die Befestigungseinrichtung wenigstens eines der folgenden Mittel aufweist: einen Reibsit, einen Niet, eine Naht, einen Klettverschluß, einen Schnappverschluß, eine Schraube, eine Schweißnaht oder einen Klebstoff.

55. Verfahren zum Positionieren und Manipulieren des Herzens in der Perikardhöhle mit Hilfe einer Organ-Positioniervorrichtung, die ein Gurtteil mit einem distalen Ende und einem proximalen Ende aufweist, wobei das distale Ende so konfiguriert ist, daß es sich zwischen der Oberfläche des Herzens und der Perikardhöhle einsetzen läßt, so daß es einen Abschnitt des Herzens umgibt, wobei das Verfahren die Schritte aufweist

a) Schaffen eines Arbeitsraums in der Nähe des Herzens,

b) Einsetzen des Gurtteils der Organ-Positioniervorrichtung zwischen einer lateralen Oberfläche des Herzens und der Wand der Perikardhöhle des

Patienten,

c) Weiterbewegen des Gurtteils in distaler und lateraler Richtung um die posteriore Oberfläche des Herzens herum, so daß das distale Ende des Gurtteils zwischen der Wand der Perikardhöhle und einer medialen Oberfläche des Herzens gegenüber der lateralen Oberfläche wieder aus der Perikardhöhle austritt,

d) Ziehen an dem distalen Ende und an dem proximalen Ende des Gurtteils, so daß das Herz anterior angehoben und medial in der Perikardhöhle gedreht wird.

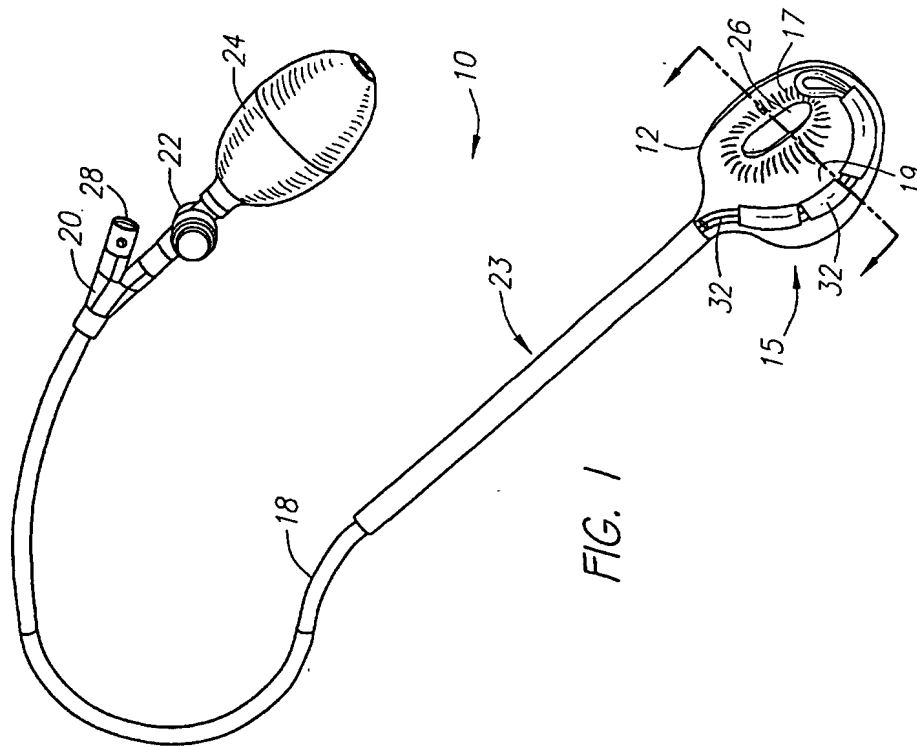
56. Verfahren nach Anspruch 55, wobei dieses den zusätzlichen Schritt aufweist Ausführen eines Operationsverfahrens an der Oberfläche des Herzens.

57. Verfahren nach Anspruch 56, wobei das Operationsverfahren das Ausführen einer Koronararterien-Bypass-Transplantation aufweist.

---

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

---





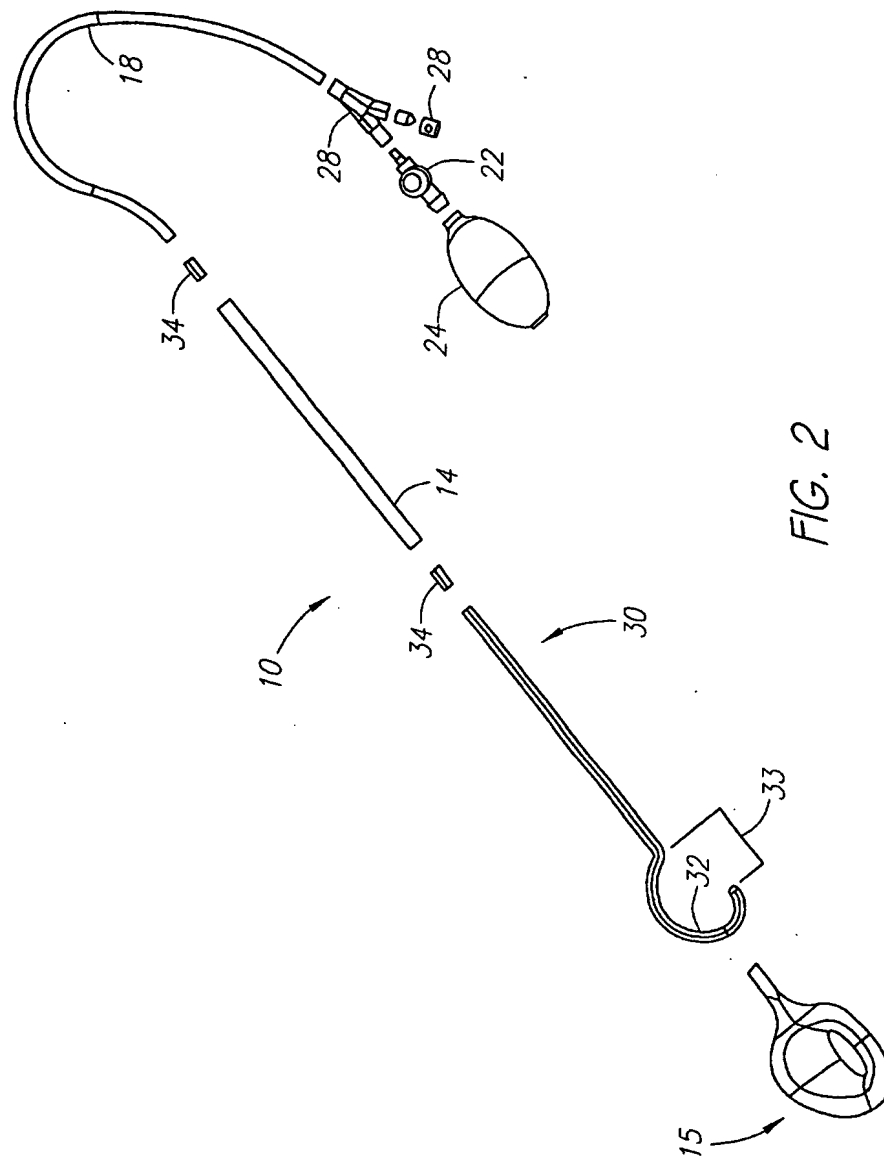
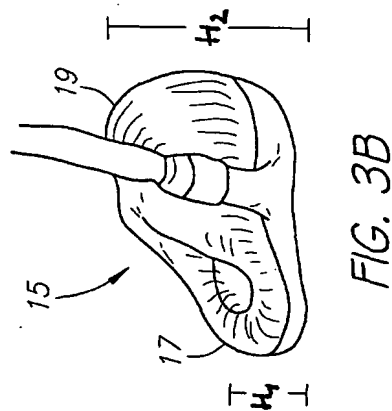
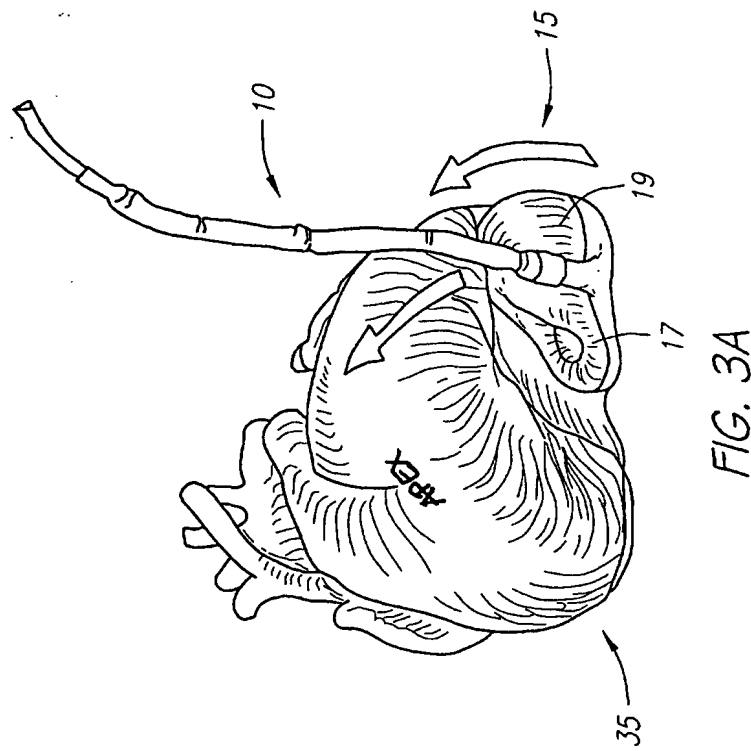


FIG. 2



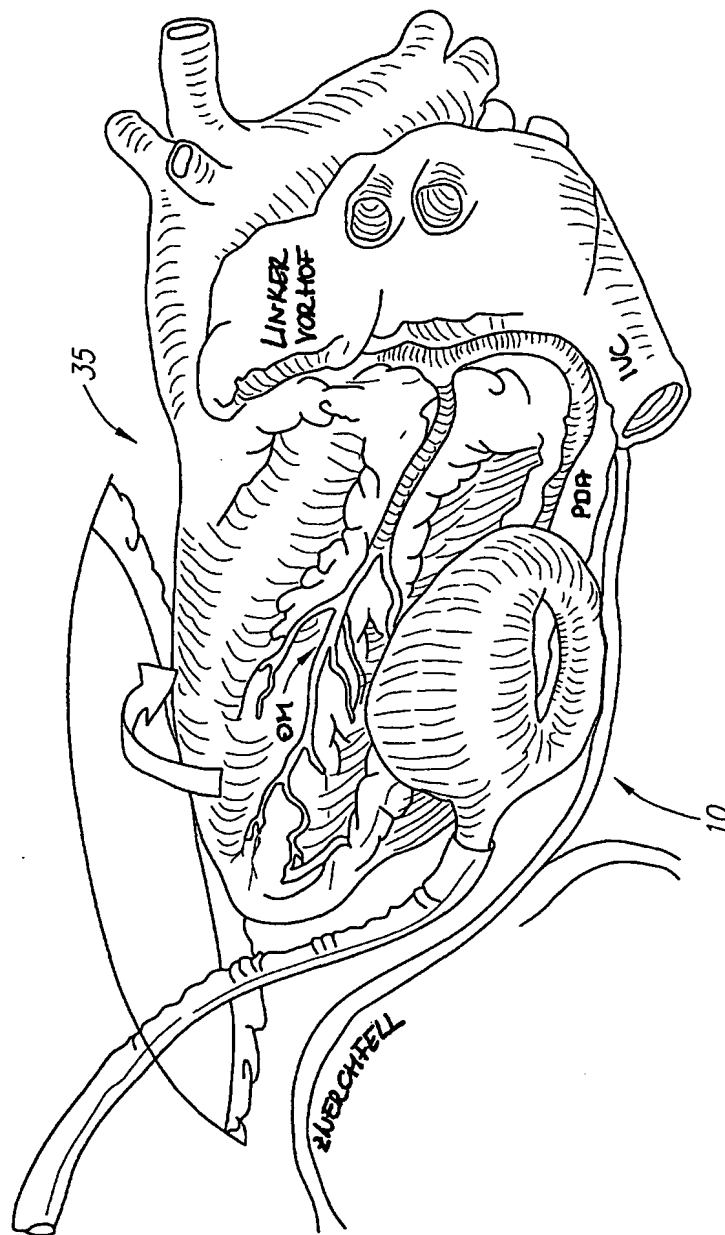
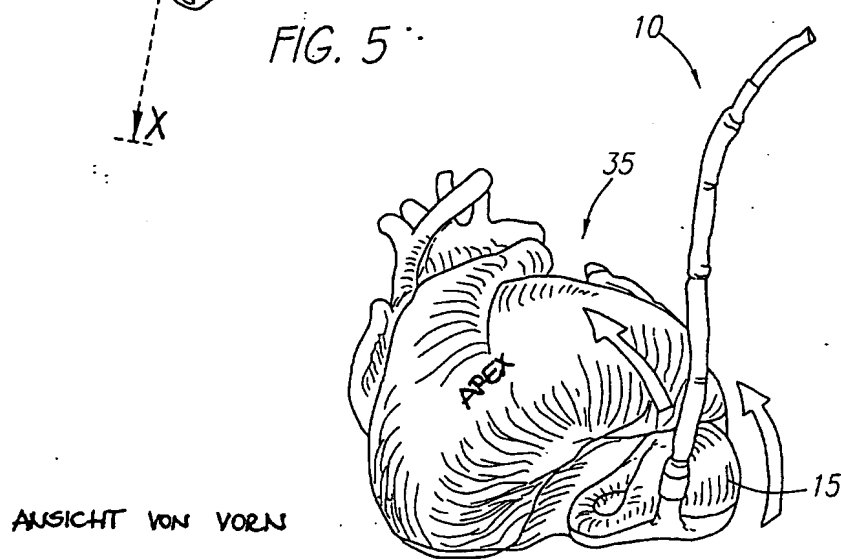
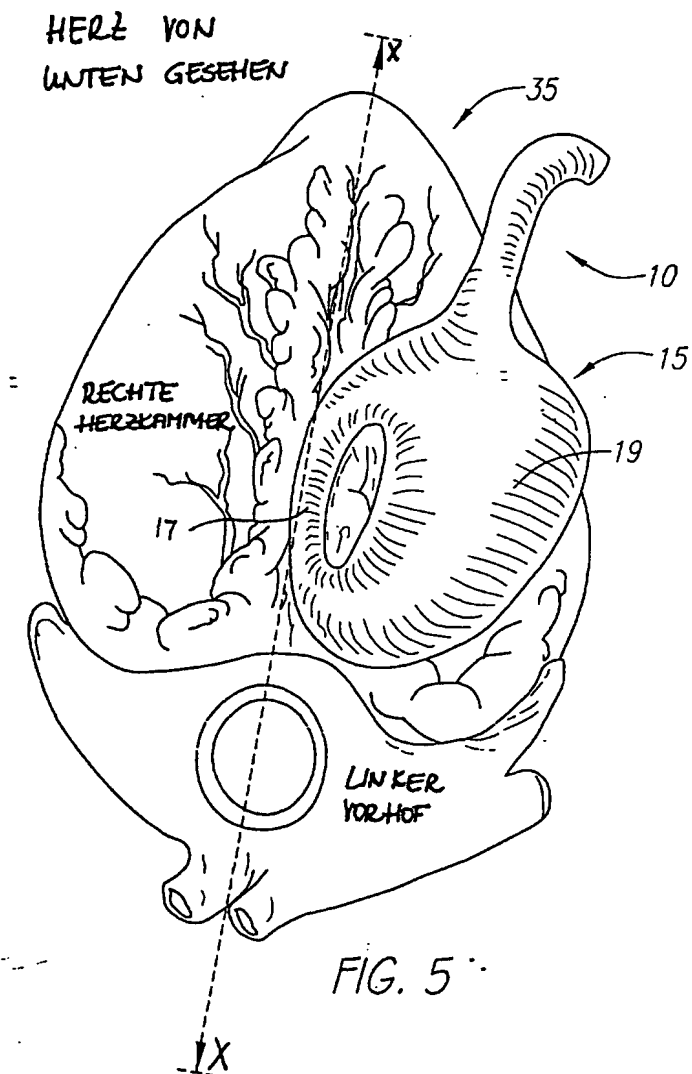


FIG. 4



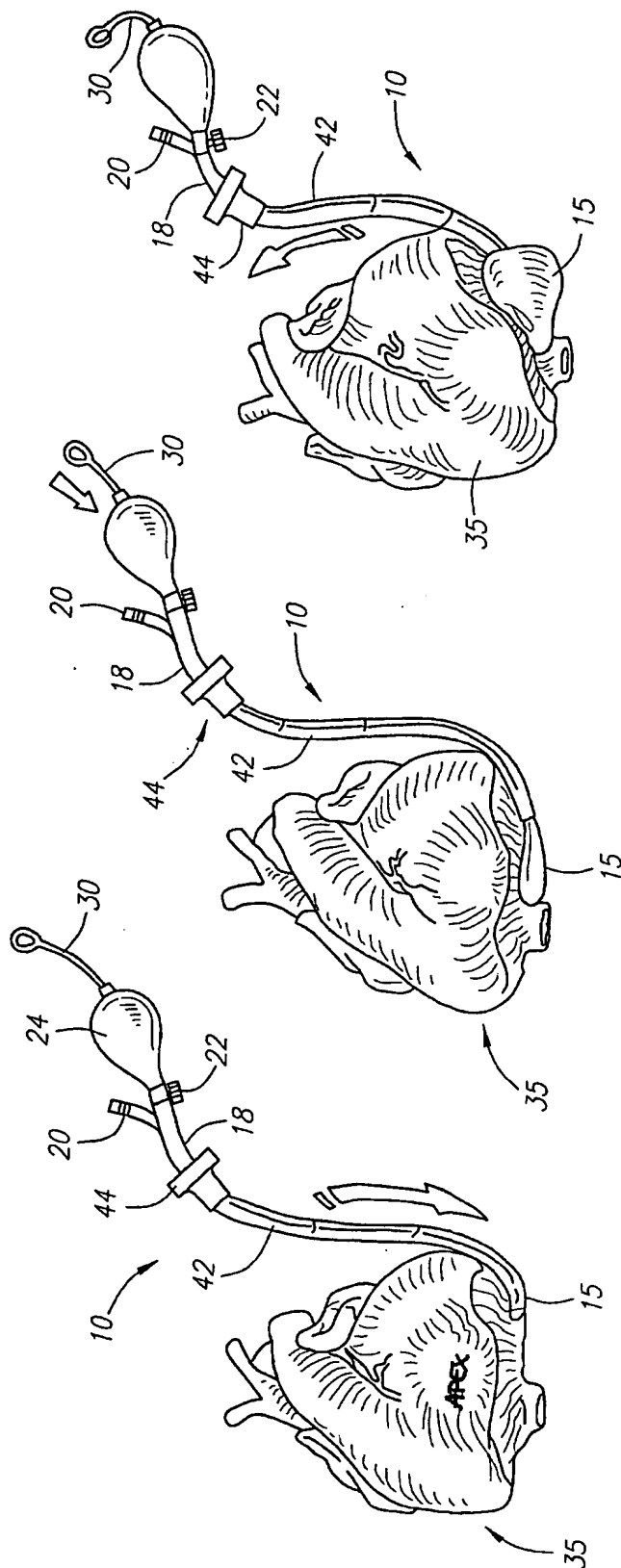


FIG. 7C

FIG. 7B

FIG. 7A

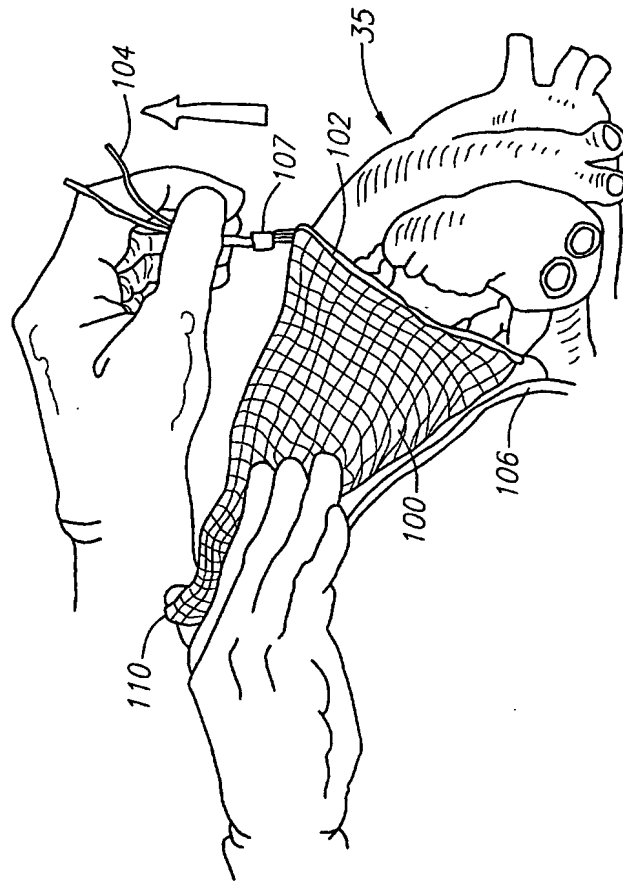


FIG. 8B

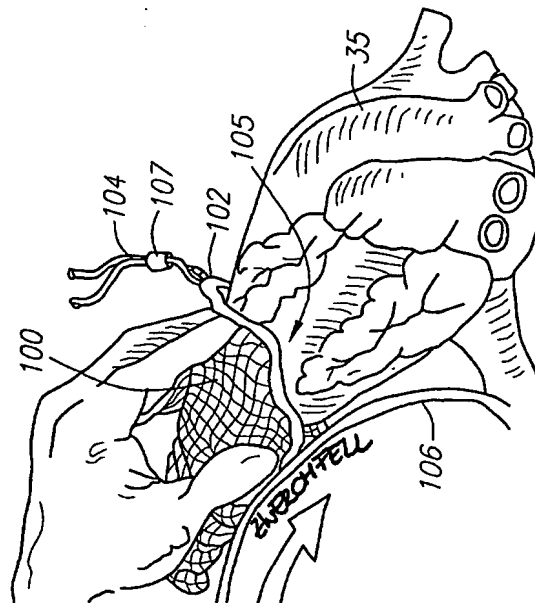
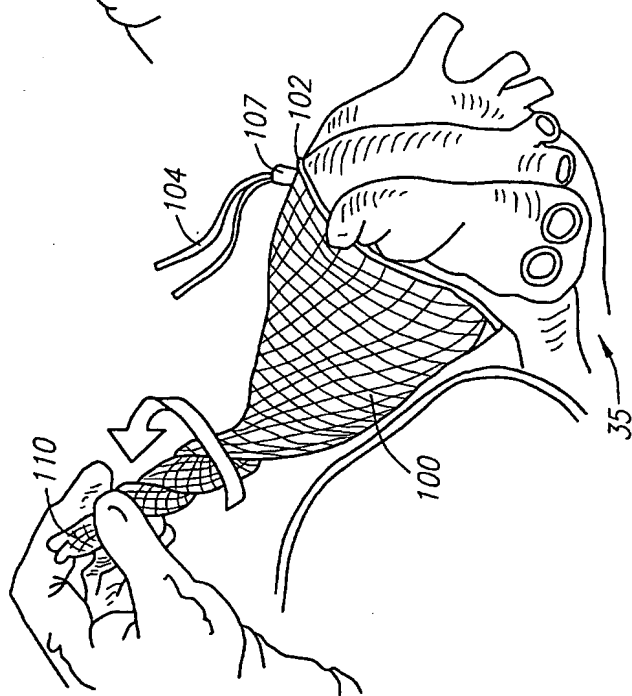
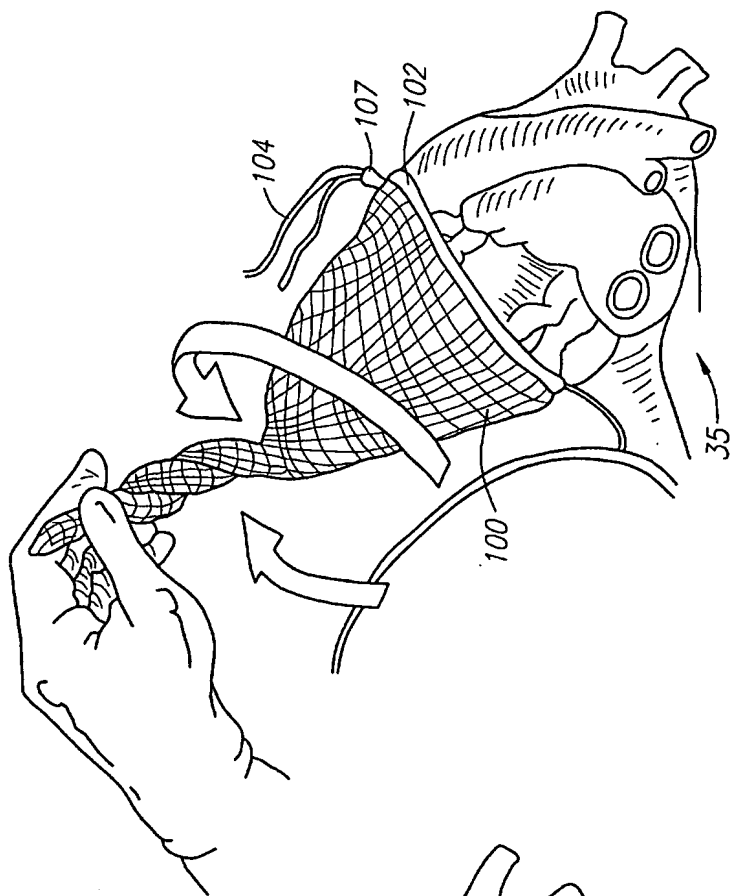


FIG. 8A



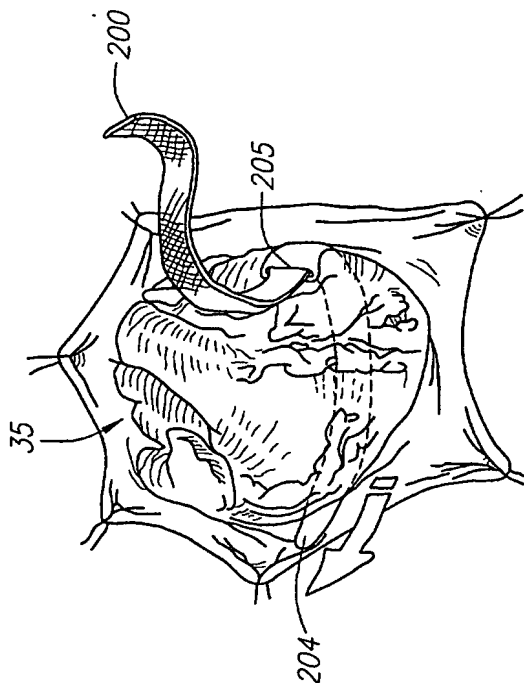


FIG. 9B

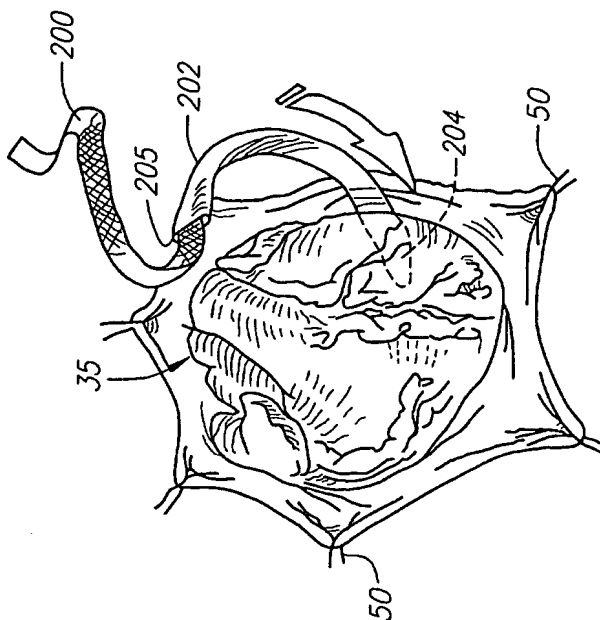


FIG. 9A



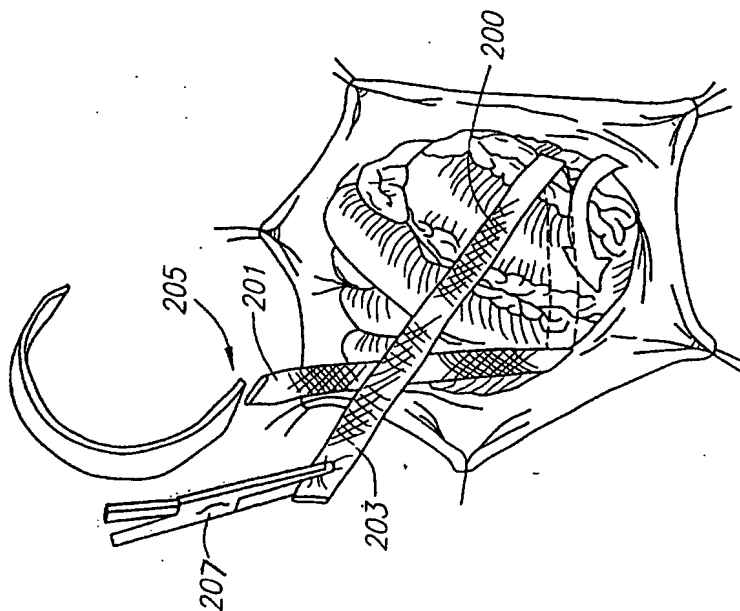


FIG. 9D

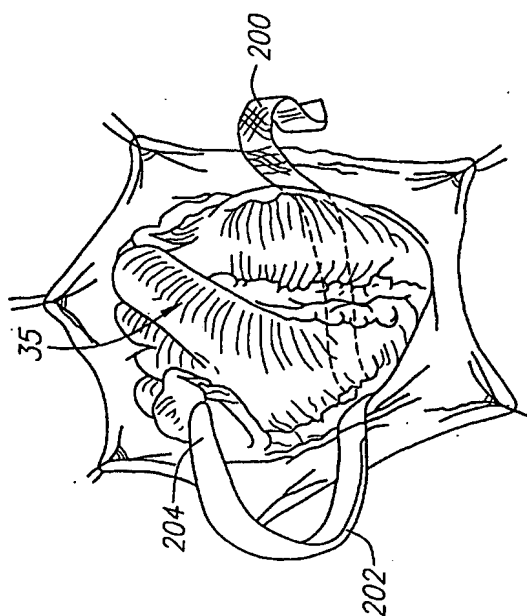


FIG. 9C

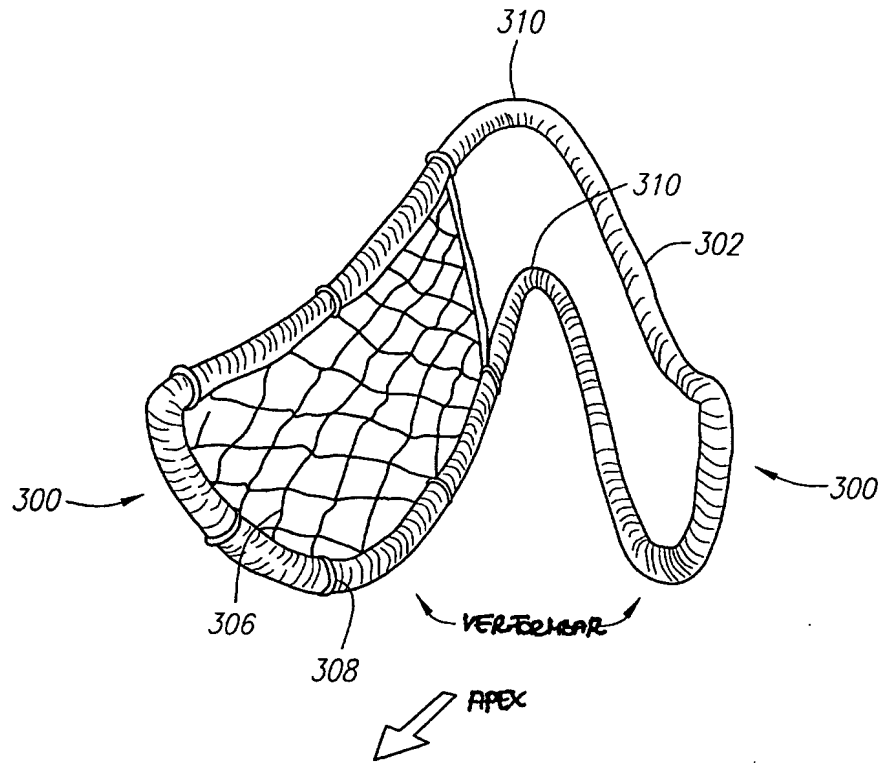


FIG. 10

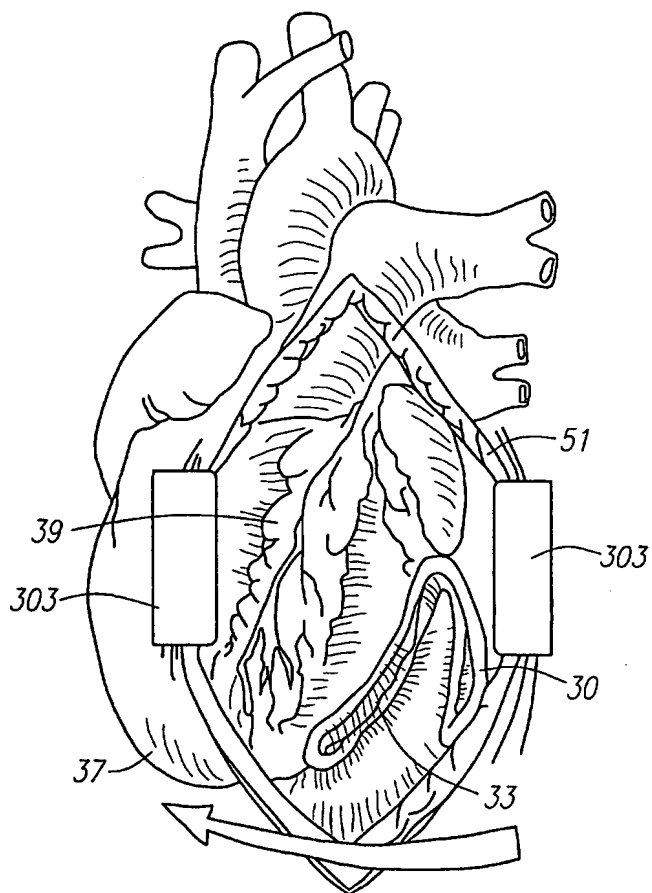
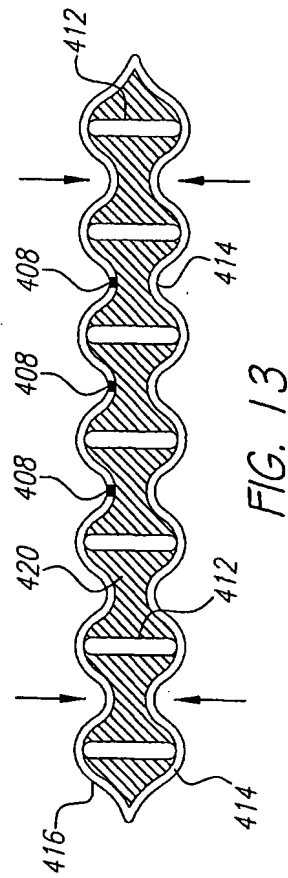
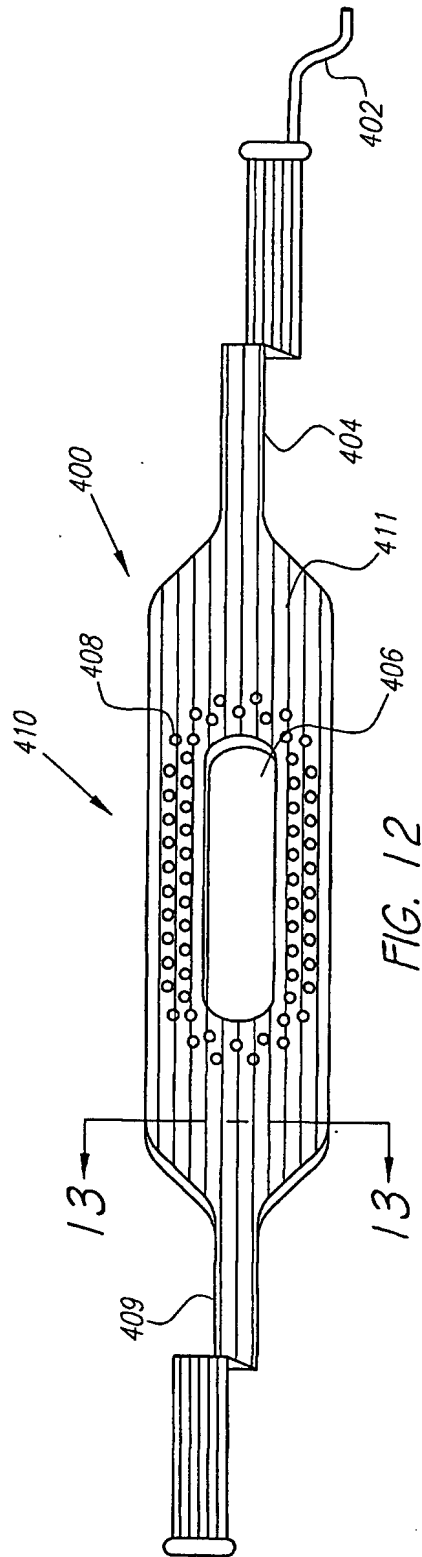
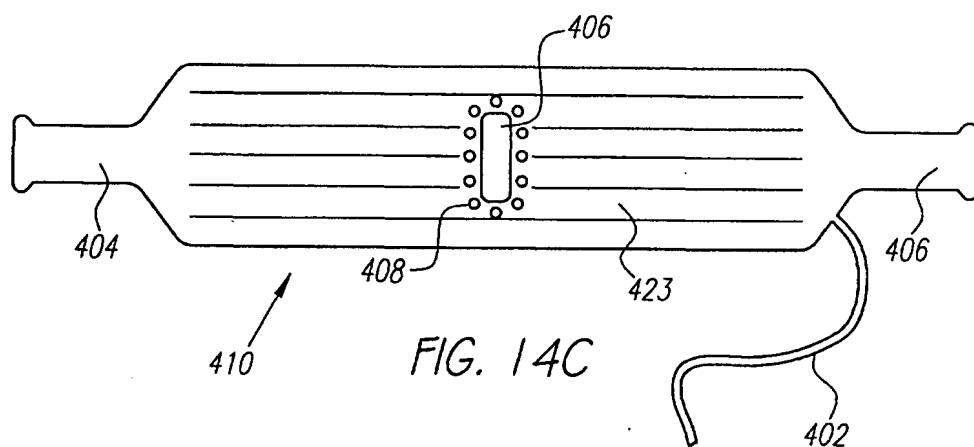
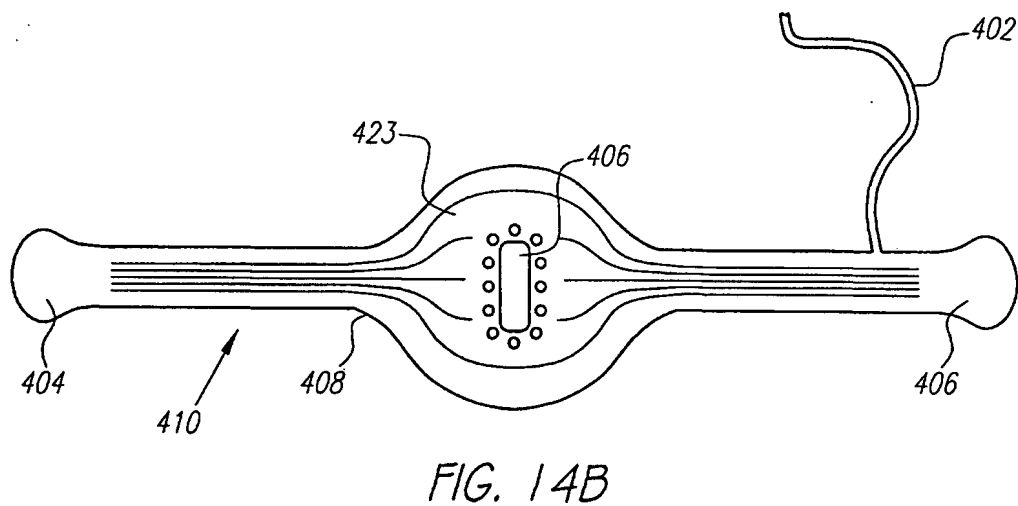
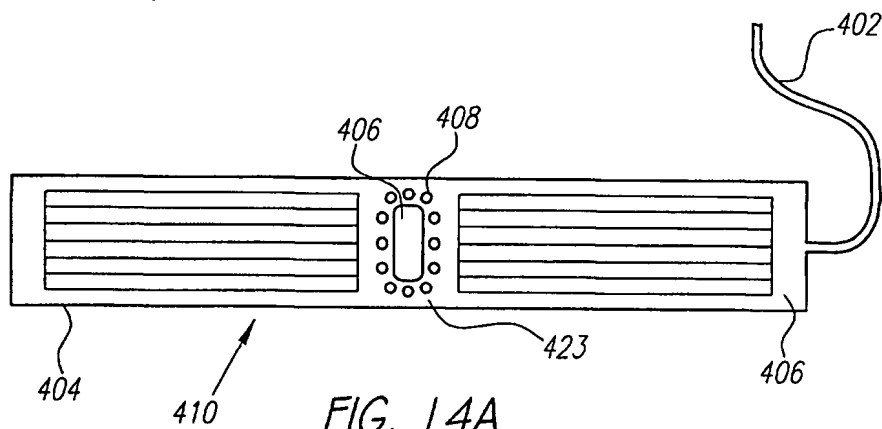


FIG. 11





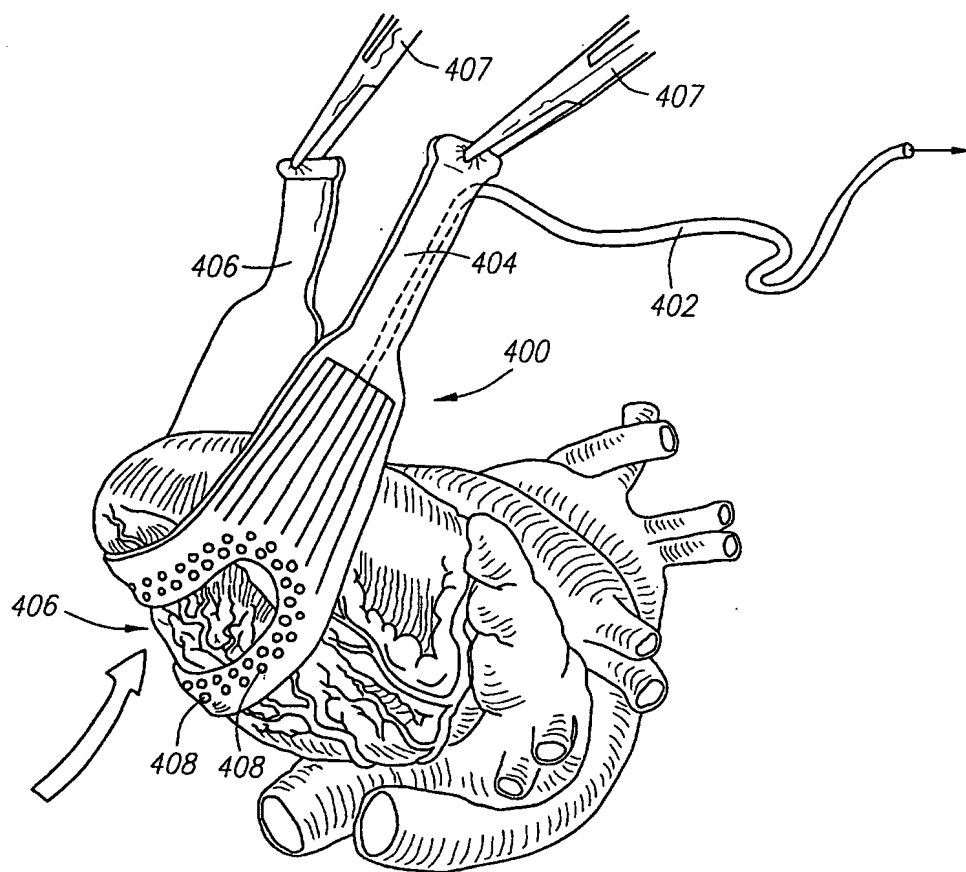


FIG. 15

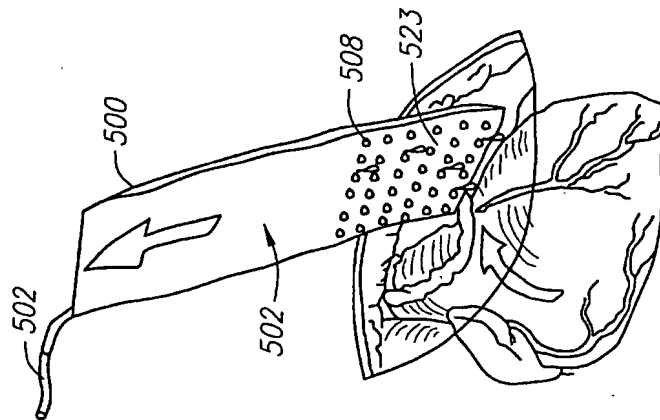


FIG. 16C

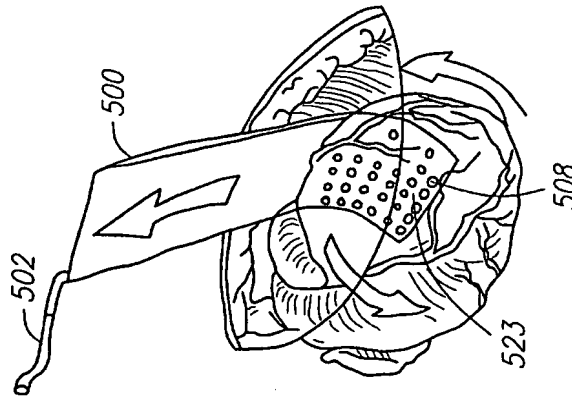


FIG. 16B

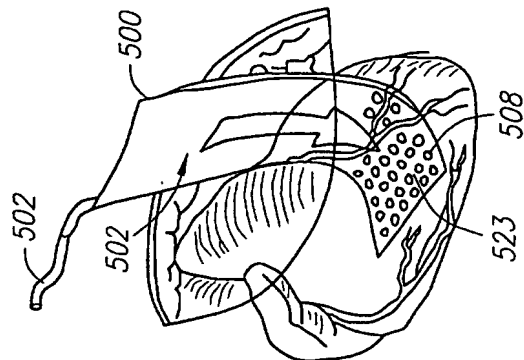


FIG. 16A